



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño del sistema de agua potable de las comunidades de Nuevas Flores, Dos  
de Mayo, San Ignacio y San Andrés, distrito de San Pablo, provincia de  
Bellavista, región San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil**

**AUTOR:**

**Jorge Miguel Gonzáles García**

**ASESOR:**

**Ing. Jorge Isaac Rioja Díaz**

**TOMO I**

**Tarapoto – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño del sistema de agua potable de las comunidades de Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés, distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín**

**AUTOR:**

**Jorge Miguel Gonzáles García**

**Sustentada y aprobada el día 07 setiembre del 2018, ante el honorable jurado:**

.....  
**Ing. Néstor Raúl Sandoval Salazar**  
**Presidente**

.....  
**Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón**  
**Miembro**

.....  
**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**  
**Secretario**

.....  
**Ing. Jorge Isaac Rioja Díaz**  
**Asesor**

## **Declaratoria de Autenticidad**

**Jorge Miguel Gonzáles García**, con DNI N° 70454807, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño del sistema de agua potable de las comunidades de Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés, distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín**

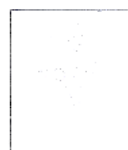
Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 07 de setiembre del 2018.

.....  
**Bach. Jorge Miguel Gonzáles García**  
DNI N° 70454807

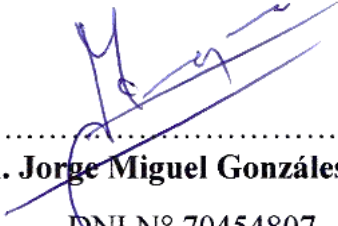



## **Declaración jurada**

**Jorge Miguel Gonzáles García**, con DNI N° 70454807, domicilio legal en el Jr. Alerta N°199 - Tarapoto, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaro bajo juramento**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 07 de setiembre del 2018.

  
.....  
**Bach. Jorge Miguel Gonzáles García**  
DNI N° 70454807





**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Gonzales Traversa Jorge Miguel		
Código de alumno :	123112	Teléfono:	942002056
Correo electrónico :	jormi.94@gmail.com	DNI:	70454807

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	Diseño del sistema de agua potable de las comunidades de Nuevas Flores, pos de Hoyo, San Ignacio y San Andrés, distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.**


  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

26/06/2019



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedicado a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, dame fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñado, encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ello soy lo que soy. Para mis padres Carlos y Judith por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

**Jorge Miguel**



## **Agradecimiento**

Agradezco a DIOS por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN por darme la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, porque todos han aportado a mi formación, por sus consejos, sus enseñanzas y más que todo por su amistad.

Al Ing., Jorge Isaac Rioja Díaz asesor de la presente Tesis, por su apoyo incondicional, tanto moral como académico, para lograr el presente objetivo.

**Jorge Miguel**

## Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice.....	viii
Índice de tablas .....	xi
Índice de figura.....	xiii
Resumen .....	.xv
Abstract.....	.xvi
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Generalidades .....	1
1.2.Exploración preliminar orientando la investigación.....	2
1.3. Aspectos generales del estudio.....	2
1.3.1. Características generales.....	2
1.3.2. Estudios especiales preliminares .....	8
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema .....	10
2.1.1. Antecedentes del problema.....	10
2.1.2. Planteamiento del problema .....	11
2.1.3. Delimitación del problema .....	11
2.1.4. Formulación del problema a resolver .....	12
2.2. Objetivos.....	12
2.2.1. Objetivo general. ....	12
2.2.2. Objetivos específicos.....	13
2.3. Justificación de la investigación .....	13
2.4. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación .....	13
2.4.1. Antecedentes de la investigación.....	13
2.4.2. Fundamentación teórica de la investigación.....	15
2.4.2.1. Algoritmo de selección de opciones tecnológicas .....	15
2.4.2.4. Componentes de un sistema de agua potable .....	18

1.3.3. Criterios para el diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable .....	41
2.6. Hipótesis a demostrar .....	50
CAPÍTULO III .....	51
MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1. Materiales .....	51
3.1.1. Recursos humanos .....	51
3.1.2. Recursos materiales .....	51
3.2. Metodología.....	52
3.2.1. Universo, población y muestra .....	52
3.2.2. Sistema de variables .....	53
3.2.3. Diseño experimental de la investigación .....	54
3.2.4. Diseño de instrumentos .....	54
3.2.5. Procesamiento de información .....	55
CAPÍTULO IV .....	57
RESULTADOS .....	57
4.1. Estudio de población .....	57
4.1.1. Ubicación.....	57
4.1.2. Vivienda .....	57
4.1.3. Actividades principales y niveles de vida.....	57
4.1.4. Población .....	57
4.2. Estudio de la demanda.....	58
3.2.1. Dotación de agua .....	58
3.2.2. Variaciones de consumo.....	59
4.3. Estudio topográfico .....	59
4.3.1. Introducción.....	59
4.3.2. Objetivo .....	60
4.3.3. Metodología de trabajo.....	60
4.3.4. Trabajos de campo.....	60
4.3.6. Red de control horizontal .....	61
4.3.7. Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico .....	61
4.3.8. Equipo de topografía .....	61
4.3.9. Instrumentos utilizados.....	62
4.3.10. Trabajos de gabinete.....	62

4.3.11. Resultados.....	62
4.4. Estudio de mecánica de suelos .....	63
4.4.1. Introducción.....	63
4.4.2. Objetivo .....	63
4.4.3. Metodología de trabajo .....	63
4.4.3. Investigaciones realizadas .....	64
4.4.4 Método de exploración. ....	64
4.4.5 investigaciones en laboratorio .....	64
4.4.6. Análisis del perfil estratigráfico .....	66
4.4.7. Trabajo de laboratorio .....	69
4.5.8. Resultados.....	74
4.5. Diseño de los elementos del sistema de agua potable .....	74
4.5.1. Caudal de avenida.....	74
4.5.2. Captación.....	74
4.6.3. Planta de tratamiento .....	75
4.5.4. Reservorio.....	77
4.5.6. Diseño de la línea de conducción : captación-reservorio .....	78
4.6.6. Diseño de la línea de aducción y la red de distribución .....	81
4.6.7. Válvulas de purga y de aire .....	92
4.7. Análisis y discusión de resultados .....	92
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES .....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	100
ANEXOS.....	102

## Índice de tablas

Tabla 1. Recorrido de Viaje hacia las Comunidades Campesinas .....	7
Tabla 2. Número de Habitantes .....	7
Tabla 3. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano.....	28
Tabla 4. Dotación de agua .....	44
Tabla 5. Variables independientes .....	53
Tabla 6. Variables dependientes .....	53
Tabla 7. Número de habitantes .....	57
Tabla 8. Proyección de la población en la zona de estudio .....	58
Tabla 9. Consumo promedio diario anual .....	59
Tabla 10. Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh).....	59
Tabla 11. Tabla de BMS .....	61
Tabla 12. Ubicación de calicatas .....	65
Tabla 13. Perfil estratigráfico calicata 01 (C-01) .....	66
Tabla 14. Perfil estratigráfico calicata 02 (C-02) .....	66
Tabla 15. Perfil estratigráfico calicata 03 (C-03) .....	66
Tabla 16. Perfil estratigráfico calicata 04 (C-04) .....	66
Tabla 17. Perfil estratigráfico calicata 05 (C-05) .....	66
Tabla 18. Perfil estratigráfico calicata 06 (C-06) .....	67
Tabla 19. Perfil estratigráfico calicata 07 (C-07) .....	67
Tabla 20. Perfil estratigráfico calicata 08 (C-08) .....	67
Tabla 21. Perfil estratigráfico calicata 09 (C-09) .....	67
Tabla 22. Perfil estratigráfico calicata 10 (C-10) .....	67
Tabla 23. Perfil estratigráfico calicata 11 (C-11) .....	68
Tabla 24. Perfil estratigráfico calicata 12 (C-12) .....	68
Tabla 25. Perfil estratigráfico calicata 13 (C-13) .....	68
Tabla 26. Perfil estratigráfico calicata 14 (C-14) .....	68
Tabla 27. Perfil estratigráfico calicata 15 (C-15) .....	68
Tabla 28. Perfil estratigráfico calicata 16 (C-16) .....	69
Tabla 29. Perfil estratigráfico calicata 17 (C-17) .....	69
Tabla 30. Tabla de contenido de humedad .....	71
Tabla 31. Contenido de sales solubles .....	71
Tabla 32. Límite de atterberg .....	72



Tabla 33. Peso específico .....	72
Tabla 34. Angulo de Fricción .....	73
Tabla 35. Capacidad portante .....	73
Tabla 36. Tabla de datos de diseño de pre filtro lento Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores .....	75
Tabla 37. Tabla de datos de diseño de filtro lento San Andrés .....	76
Tabla 38. Tabla de datos de diseño de filtro lento Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores .....	76
Tabla 39. Relación de tubería que se utilizó en el proyecto .....	79
Tabla 40. Tabla de resultados de la línea de conducción de la comunidad de San Andrés.....	80
Tabla 41. Tabla de resultados de la línea de conducción de las comunidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores.....	80
Tabla 42. Resultado del método de área de la localidad de San Andrés .....	82
Tabla 43. Distribución de caudales por el método de área de la localidad de San Andrés.....	94
Tabla 44. Resultado del método de área las comunidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores .....	83
Tabla 45. Resultado del diseño hidráulico la línea de aducción y red de distribución de la localidad de San Andrés .....	87
Tabla 46. Resultado del diseño hidráulico la línea de aducción y red de distribución de las localidades de Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores .....	88
Tabla 47. Cuadro resumen de las longitudes totales de las tuberías de la localidad de San Andrés.....	90
Tabla 48. Cuadro resumen de las tuberías de la localidad de San Andrés .....	91
Tabla 49. Cuadro resumen de las longitudes totales de las tuberías de las localidades de Dos de Mayo , San Ignacio y Nuevas Flores.....	91
Tabla 50. Cuadro resumen de las tuberías de las localidades de Dos de Mayo , San Ignacio y Nuevas Flores .....	91

## Índice de figura

Figura 1. Localización geográfica del departamento de San Martín y de los beneficiarios del proyecto .....	3
Figura 2. Tipo de Servicio eléctrico en las comunidades en estudio.....	5
Figura 3. Servicio de Agua y Desagüe en el centro poblado.....	6
Figura 4. Algoritmo de selección de Sistema de agua para el ámbito rural .....	17
Figura 5. Diagrama de sistema de agua potable .....	18
Figura 6. Manantial de ladera .....	20
Figura 7. Manantial de fondo .....	21
Figura 8. Pozo con Bomba .....	23
Figura 9. Captación barraje fijo sin canal de derivación .....	23
Figura 10. Canal de derivación.....	24
Figura 11. Balsa flotante.....	24
Figura 12. Captación del Tipo Caisson .....	25
Figura 13. Galería filtrante Fuente .....	26
Figura 14. Línea de Conducción .....	27
Figura 15. Cámara de reunión de caudales.....	27
Figura 16. Cámara de distribución de caudales .....	28
Figura 17. Esquema desarenador perfil .....	29
Figura 18. Sedimentador .....	29
Figura 19. Esquema de un filtro grueso.....	30
Figura 20. Esquema de un filtro lento de arena.....	31
Figura 21. Tipos de reservorio apoyado y elevado.....	32
Figura 22. Sistema de desinfección por goteo .....	34
Figura 23. Dosificador por erosión de tableta .....	35
Figura 24. Línea de aducción .....	35
Figura 25. Tipo de redes de distribución .....	36
Figura 26. Esquema de una red ramificada .....	37
Figura 27. Punto de seccionamiento en la red distribución.....	38
Figura 28. Vista isométrica de pileta domiciliaria.....	39
Figura 29. Válvula de aire manual .....	39
Figura 30. Válvula de Purga.....	40

Figura 31. Válvula de compuerta .....	40
Figura 32. Cámara rompe presión .....	41
Figura 33. Línea gradiente hidráulica de una conducción .....	47
Figura 34. Diseño Filtro lento San Andrés .....	75
Figura 35. Distribución de caudales por el método de área de la localidad de San Andrés .....	85
Figura 36. Distribución de caudales por el método de área de las localidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores .....	85

## Resumen

El presente trabajo de titulación tiene por objetivo resolver la problemática situación que se encuentra las comunidades de Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés, del distrito de San Pablo los cuales tienen un servicio de agua potable deficiente y esto no permite que su condición de vida sea de calidad.

El proyecto desarrollado a continuación consiste diseñar un Sistema de Agua Potable que cumpla con los parámetros establecidos por la norma de sistema de abastecimiento de agua para el ámbito rural. Este brindara agua potable a 275 familias que viven de las comunidades indicadas. Para esto, se ha realizado el diseño de infraestructuras hidráulicas proyectadas a 20 años, actualmente la comunidad cuenta con 1650 habitantes y en la vida útil del sistema se tendrá una población final de 1897 habitantes.

La estructura del informe de tesis es formulada de la siguiente manera:

Capítulo I se describe la introducción, antecedentes y la problemática de las localidades (Nuevas flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés), también se da conocer la teoría y conceptos que se va aplicar, para poder desarrollar el proyecto de investigación, de igual manera se describe la hipótesis y objetivos en lo cual se va enfocar el tema; en el Capítulo II, se presenta la metodología de investigación, las variables que se va utilizar y las descripción de los procesos que se realizó para la obtención de la información básica tales como plano topográfico , plano catastral , numero de pobladores , estudio de suelos con lo cual realizamos el diseño del sistema de agua potable ; Capítulo III, se detalla los resultados obtuvieron al realizar los estudios , Capítulo IV , se describe la discusiones comparando con otros estudios realizados; Capítulo V, en este capítulo se puntualiza la conclusiones , luego de haber desarrollado el informe de tesis ; Capítulo VI ,se plasma la recomendación y por último en el Capítulo VII , abarca la bibliografía que se utilizó para realizar el trabajo.

Palabra clave. Caudal de diseño, sistema de agua potable.

## Abstract

The objective of this titling work is to solve the problematic situation found in the communities of Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio and San Andrés, which have a poor drinking water service and this does not allow their settlers have a living condition of quality.

The project developed below consists of the construction of a Drinking Water System that will provide the service for 275 families that live in the indicated community. For this, the designs of the hydraulic infrastructure system projected to 20 years, currently, the community has 1650 inhabitants and in the useful life of the system will have a final population of 1897 inhabitants.

The structure of the thesis report is formulated as follows:

Chapter I describes the introduction, background and problems of the localities (Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio and San Andrés), it is also known the theory and concepts to be applied, to develop the research project, In the same way, the hypothesis and objectives are described in which the subject will be focused; in Chapter II, the research methodology is presented, the variables that will be used and the description of the processes that were carried out to obtain the basic information such as topographic plan, cadastral plan, number of inhabitants, soil study to make the design of the drinking water system; Chapter III, the results obtained during the studies are detailed, Chapter IV, the discussions are described comparing with other studies carried out; Chapter V, in this chapter the conclusions are pointed out, after having developed the thesis report; Chapter VI is the recommendation and finally in Chapter VII, comprise the bibliography that was used to perform the work.

Keyword. Design flow, drinking water system.





## **Introducción**

El distrito de San Pablo, Provincia de Bellavista, Departamento de San Martín, es un pueblo que se dedica a las actividades agropecuarias, especialmente al cultivo de arroz, maíz y ganadería, estratificado en un grupo selecto, sin embargo, en la región San Martín los factores que ocasionan los graves problemas de salubridad es la inexistencia de una planificación adecuada en el área rural y su crecimiento poblacional, hace que la demanda por contar con los servicios básicos se constituya como una necesidad que requiere atención inmediata. Las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nueva Flores, San Ignacio y San Andrés formadas hace 75 años aproximadamente por familias que se asentaron en la margen derecha del Río Sisa – San Pablo y que ha ido creciendo progresivamente hasta llegar a la actualidad con 290 familias. Actualmente las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nueva Flores, San Ignacio y San Andrés no escapan a esta problemática y las necesidades de contar con el servicio permanente de agua y de un adecuado sistema de Saneamiento, como uno de los sectores marginales de la región San Martín, se hacen cada vez mayores para todas las poblaciones de las zonas y rurales. La Instalación del sistema de agua potable así como la instalación del Sistema de Saneamiento Básico para las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nueva Flores, San Ignacio y San Andrés, es un proyecto de muchísima importancia y dejar de ejecutarse sería el principal problema que afecta aún más a estos pobladores, que durante varias décadas están expuestos a riesgo de vulnerabilidad, los residuos sólidos son arrojados en forma directa a los caminos , para posteriormente incinerarlos, la disposición de excretas lo realizan a campo abierto en mayor porcentaje, ocasionando grave perjuicio ambiental en esta parte del distrito de San Pablo. Existen factores causantes de esta problemática, uno de ellos y el más importante son los escasos recursos presupuestales con que cuentan los gobiernos locales y los organismos de desarrollo regional. Otro aspecto es la escasa gestión y una adecuada focalización y priorización de las necesidades, situación que da como resultado que no se lleguen a satisfacer los requerimientos en forma integral. Se demuestra así la necesidad de desarrollar una estrategia inmediata que acompañada de inversión, permita instalar el sistema de agua potable e instalar un adecuado sistema de Saneamiento básico, con la consecuente mejora de la calidad campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, siendo necesario la infraestructura y servicios para satisfacer sus necesidades básicas y salud ambiental.

# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Exploración preliminar orientando la investigación**

El agua que se capta en quebradas, pozos, lagos, etc. para que sea adecuada para el consumo humano, es necesario tratarla convenientemente para hacerla potable. Este proceso se denomina potabilización y se realiza a través de las plantas de tratamiento. A estas aguas se debe realizar un análisis fisicoquímico y bacteriológico la cual nos indicará las características y/o concentración que el agua contiene (elementos químicos, Coliformes totales y termo tolerantes) y así tomar las medidas que correspondan. En el tratamiento del agua para consumo humano se emplean diferentes procesos; la complejidad de estos dependerá de las características del agua cruda, en este proyecto de investigación, es necesario los procesos de captación, sedimentación, pre filtración, filtración lenta y desinfección, cada uno de estos consistiendo en primer lugar; con la captación, que se refiere en la selección del tipo de fuente de agua a captar (agua superficial por impulsión en el cauce el río mayo), luego esta pasa por el proceso de sedimentación, su principal objetivo es eliminar las partículas suspendidas en el agua por efecto de la fuerza de gravedad, bajo influencia de las partículas más pesadas tienden a sedimentarse desplazándose a una velocidad propia de la partícula; el siguiente paso es el proceso de pre filtración, que consiste en el pre tratamiento utilizando pre filtros de grava para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración en arena, consta de varias cámaras llenas de piedras de diámetro creciente, en las cuales se retiene la materia en suspensión con diámetros hasta 10 mm; luego pasa por el proceso de filtración lenta, en esta, el agua proveniente de la pre filtración (pre filtro) culmina su proceso de sedimentación, donde las partículas o sedimentos más pequeños son tratados para lograr una purificación de agua a un 90%.

### **1.2. Aspectos generales del estudio**

#### **1.2.1. Características generales**

##### **1.2.1.1 Ubicación geográfica y política**

El distrito de San Pablo se encuentra ubicado en la provincia de Bellavista departamento de San Martín a 273 msnm.

Departamento : San Martín

Provincia : Bellavista

Distrito : San Pablo

Localidades : San Andrés , San Ignacio , Dos de Mayo y Nuevas Flores

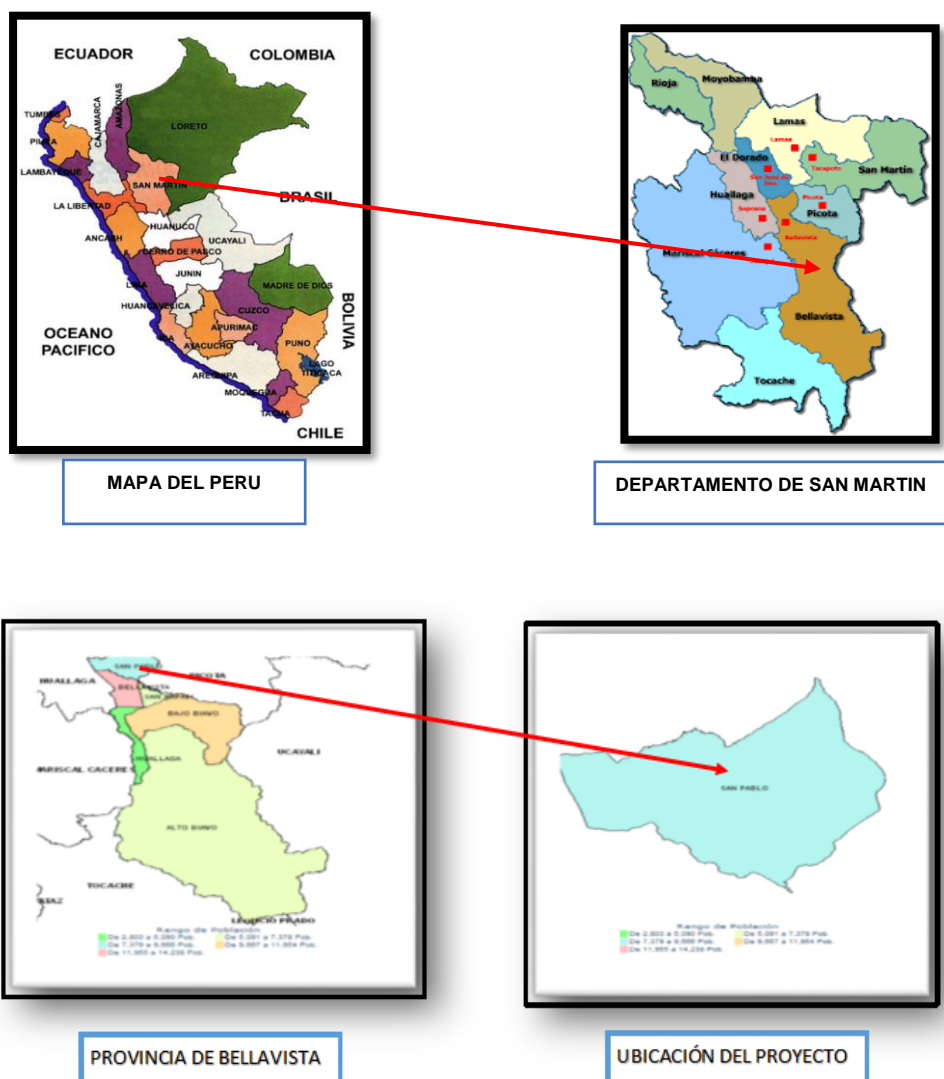
Geográficamente las localidades beneficiadas se encuentran ubicadas en las siguientes coordenadas UTM.

San Andrés : 327671.77 E, 9247944.39 N

San Ignacio : 329755.00 E, 9247669.00 N

Dos De Mayo : 331234.54 E, 9248115.39 N

Nuevas Flores : 330421.31 E, 9248449.69 N



**Figura 1.** Localización geográfica del departamento de San Martín y de los beneficiarios del proyecto  
(Elaboración: Propia)

### **1.2.1.2. Características geográficas y topográficas**

#### **1.2.1.2.1. Topografía de la zona**

La topografía del área es, mayormente, plana no inundable. Los suelos son generalmente, de baja pendiente y pobre drenaje, de fertilidad media a baja; pero a lo largo del río Sisa existen planicies de inundación fértiles y no inundadas durante la época del nivel bajo de los ríos.

#### **1.2.1.2.2. Características del suelo**

Los suelos son muy heterogéneos, pero casi todos son de origen fluvial, es decir, provienen de los sedimentos arrastrados desde los andes a través de millones de años y que han sufrido procesos de transformación, dando origen a diversos tipos de suelos. Los principales son: suelos rojos y amarillos, ácidos y de baja fertilidad natural, profundos, bien drenados y con contenido de arcilla.

### **1.3.1.2.1. Vivienda**

Las viviendas están construidas en su mayoría con material de la zona, con paredes de adobe y techos de calamina, con la arquitectura típica del lugar. Predominándose en la mayoría la mala distribución.

### **1.3.1.2.2. Clima**

La zona donde se emplaza el proyecto corresponde, según la clasificación de Koppen, al de la Selva Tropical permanente húmeda (llamada también bosques tropicales húmedos), debido a la gran cantidad de vapor de agua en el aire. Acompañan a estas características, temperaturas cálidas (promedio mensual de 20 °C a 33 °C) y precipitaciones de 2,000 a 3,000 mm. La variación térmica diaria es perceptible y el calor se siente a lo largo del día y de la noche. Es decir, la zona de estudio presenta un clima cálido, húmedo y lluvioso. De acuerdo a los datos recogidos en campo, la mayor intensidad de lluvia en las comunidades en estudio se registra entre los meses de noviembre a abril.

Temperatura media promedio ha sido de 25.81 °C, y ha presentado una temperatura media mínima de 25.38 °C y una temperatura media máxima de 26.38 °C, teniendo temperaturas elevadas, propias de la llanura Amazónica.

Con respecto a la temperatura máxima se ha registrado un promedio de 32.06 °C y se ha registrado 21.93 °C de temperatura mínima. La humedad relativa promedio de la data de registros tomada corresponde a 85.38%, y la presión relativa máxima es de 87.90% y una presión relativa mínima de 81.44%.

### 1.3.1.2.3. Servicios públicos

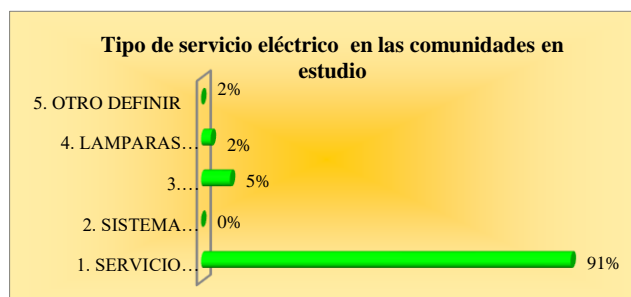
El acceso a los servicios básicos para la población beneficiaria es uno de los aspectos donde se evidencia la condición de atraso en que se vive en pleno siglo XXI, en adelante se realiza un breve análisis del acceso a los servicios básicos fundamentales como es el agua potable y la electricidad, entre otros.

### 1.3.1.2.4. Educación

Cuentan con Instituciones Educativas del nivel inicial, primario y secundario (estatal). Para elevar la calidad de la educación es necesario actualizar los contenidos de las asignaturas, realizar un rediseño del sistema educativo para adecuarlo a los tiempos actuales, en lo técnico y en lo científico, y en lo metodológico pedagógico. Adecuarlo en la formación de mujeres y hombres con confianza en sí mismos y en sus capacidades, responsables, con una cultura empresarial, empeñosos e innovadores, respetuosos de los derechos de todos, honestos y participativos, y para cubrir el universo de población escolar en todos los niveles del sistema educativo, será necesario incrementar el número de aulas y mejorar la calidad de un buen porcentaje de las existentes y será necesario aumentar la cantidad de docentes. Es necesario desarrollar programas de alfabetización de adultos.

### 1.3.1.2.5. Energía eléctrica

El Instrumento de Iluminación que Utilizan las Viviendas en Horas de la Noche: el 91% utiliza el servicio eléctrico, el 0% utiliza sistemas fotovoltaicos, el 5% lamparines a kerosene, el 2% lámparas a petróleo y otros el 2%, como se muestra la gráfica.

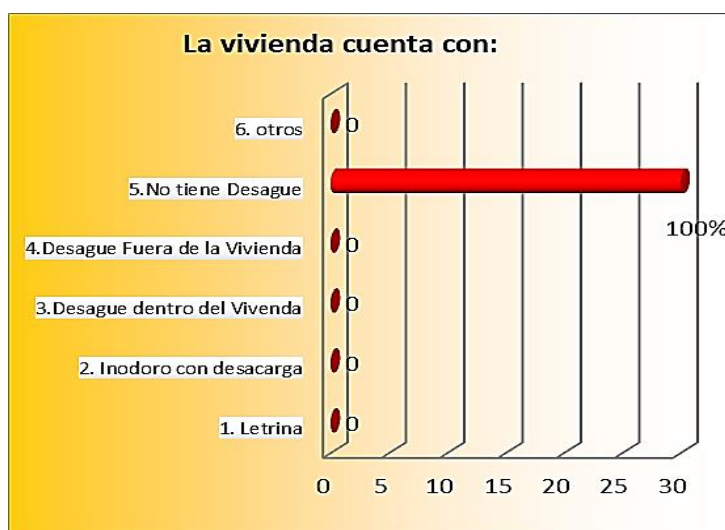


**Figura 2.** Tipo de Servicio eléctrico en las comunidades en estudio (Elaboración Propia)



### 1.3.1.2.6. Agua y desagüe

Los pobladores de las comunidades en estudio cuentan con una red de agua clandestina. La calidad del agua consumida por los pobladores de las comunidades en estudio en la actualidad es dudosa, esta se agudiza debido a que no se realiza el proceso de desinfección. Los hogares del centro poblado el 100% no cuentan con el servicio de desagüe, como se muestra en el gráfico.



*Figura 3.* Servicio de Agua y Desagüe en el centro poblado (Elaboración Propia).

### 1.3.2. Área de influencia

Los caseríos Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés pertenecen al distrito de San Pablo que ocupa una superficie de 27.76 km<sup>2</sup>.

El área de la zona de estudio comprende toda la superficie de las comunidades de Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés.

#### 1.3.2.2. Situación actual de la vía

Actualmente el Camino Vecinal San Andrés –Nuevas Flores se encuentra en mal estado de conservación debido a que en tiempos de lluvias es intransitable, también debido a que en gran parte del camino el tipo de suelo es arcilloso, lo que contribuye a demoras en los tiempos y altos costos para el transporte de los productos agrícolas, transporte de personas, y otros tipos de carga y mercadería. Esta situación viene afectando la economía local debido al mal estado en que se encuentra esta vía, hace que la producción local, en gran parte ganadería,

hacia los mercados locales sea limitada, afectando severamente a los pobladores del distrito de mencionados, conllevando a pérdidas económicas, atrasos y bajo nivel de vida

### 1.3.2.3. Vías de acceso

La principal vía de acceso a la zona de estudio es la carretera que une el distrito de San Pablo con sus centros poblados y comunidades campesinas, siendo los medios de transporte más comunes que utiliza la población las líneas de transporte terrestre y en movilizaciones particulares, se hace partiendo de San Pablo como se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 1**

Recorrido de Viaje hacia las Comunidades Campesinas

Recorrido de viaje hacia las comunidades campesinas				
De – a	Distancia	Tiempo	Vía	M. Transporte
San Pablo - San Andrés	7.2 Km	0.33 hrs	Afirmada	Vehículo Terrestre
San Andrés - San Ignacio	1.5Km	0.10 hrs	Afirmada	Vehículo Terrestre
San Ignacio - Dos de Mayo	1.25 Km	0.05 hrs	Afirmada	Vehículo Terrestre
Dos de Mayo - Nuevas Flores	1.40 Km	0.17 hrs	Afirmada	Vehículo Terrestre
Total	11.35 Km.	0.65 hrs	Afirmada	Vehículo Terrestre

Elaboración: Propia

### 1.3.2.4. Población beneficiada

La población directamente afectada es la perteneciente a los caseríos de Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés, que pertenece al Distrito de San Pablo, cuyos datos se muestran a continuación.

**Tabla 2**

*Número de Habitantes*

Localidades	Nº Familias	Habitantes
San Andrés	63.00	378
Dos De Mayo	115.00	690
San Ignacio	42.00	252
Nuevas Flores	55.00	330
Total	275.00	1,650

Elaborado por: Consultor Privado

### **1.3.2. Estudios especiales preliminares**

#### **1.3.2.1. Reconocimiento de la zona de estudio**

##### **Fuentes de Abastecimiento**

Actualmente en las comunidades campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, existe un sistema de agua potable: comprendido de: Pozo artesanal de 60” y 3 m de profundidad, con más de 20 años de antigüedad, ubicado en la comunidad de Yacusisa a una distancia aproximada de 300 m de la comunidad, dicho pozo es la única fuente de abastecimiento y se aprovecha para dar parcialmente agua a la comunidad. Esta comunidad se dedica principalmente a la agricultura y tienen el pozo en uso para su consumo. El pozo no está equipado con una bomba sumergible ni con una línea de impulsión. No existen condiciones apropiadas que garanticen la utilización de la fuente para el presente proyecto de Red de distribución con tubería PVC 4” en mal estado de funcionamiento al observarse fugas y tubería expuesta en su recorrido

##### **Conducción**

El sistema de conducción existente, en algunos casos, presenta tubería de PVC en mal estado de conservación y en casi toda su longitud no protegida.

##### **Tratamiento**

No existe ninguna infraestructura de tratamiento, y por lo tanto el agua que consume la población es agua de mala calidad.

##### **Almacenamiento**

No hay Reservorios de almacenamiento existentes las aguas son captadas directamente del río Sisa para el abastecimiento diario y su capacidad no es suficiente para cubrir la demanda actual que se requiere, por lo que se construirán nuevos reservorios, en todas las comunidades beneficiarias.

##### **Distribución**

La red de distribución existente, está constituida por tuberías de PVC, con una antigüedad de más de 20 años y el mismo que se encuentra en un estado deteriorado en todos los caseríos.

## **Calidad y continuidad del agua suministrada**

El agua que consume actualmente la población no es de buena calidad, debido a que se encuentra contaminada, y en épocas de lluvia hay turbidez, mayor a los estándares recomendables.

### **1.3.2.2. Estudio topográfico**

La topografía del área es, mayormente, plana no inundable. Los suelos son generalmente, de baja pendiente y pobre drenaje, de fertilidad media a baja; pero a lo largo del río Sisa existen planicies de inundación fértiles y no inundadas durante la época del nivel bajo de los ríos.

### **1.3.2.3. Estudio hidrológico**

El estudio hidrológico se basó en el estudio de fuentes de agua, consistió en la ubicación y la toma de muestra representativa de fuentes de agua (Fuente de captación Queabrada Inshagayacu). Las mismas que fueron remitidas al laboratorio, para los correspondientes ensayos de calidad.

### **1.3.2.4. Estudio de la geología del suelo del área de estudio suelos**

Estudio de mecánica de los suelos son muy heterogéneos, pero casi todos son de origen fluvial, es decir, provienen de los sedimentos arrastrados desde los andes a través de millones de años y que han sufrido procesos de transformación, dando origen a diversos tipos de suelos. Los principales son: suelos rojos y amarillos, ácidos y de baja fertilidad natural, profundos, bien drenados y con contenido de arcilla.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes del problema**

Los países del mundo denominaron al periodo entre 1,990 al 2,000 como: “La década internacional del abastecimiento de agua y de saneamiento”. El objetivo esperado es proporcionar a las poblaciones el acceso a un adecuado saneamiento. Y dentro de sus principales estrategias para el logro de este propósito consistió en la adopción de tecnologías adecuadas para cada zona, de acuerdo a su ubicación, topografía, clima y otros factores externos, los mismos que conduzcan a satisfacer las necesidades de la población involucrada.

Sin embargo, en la región San Martín los factores que ocasionan los graves problemas de salubridad es la inexistencia de una planificación adecuada en el área rural y su crecimiento poblacional, hace que la demanda por contar con los servicios básicos se constituya como una necesidad que requiere atención inmediata. Las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés formadas hace 75 años aproximadamente por familias que se asentaron en la margen derecha del Río Sisa – San Pablo y que ha ido creciendo progresivamente hasta llegar a la actualidad con 275 familias.

Actualmente las comunidades campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés no escapa a esta problemática y las necesidades de contar con el servicio permanente de agua y de un adecuado sistema de Saneamiento, como uno de los sectores marginales de la región San Martín, se hacen cada vez mayores para todas las poblaciones de las zonas y rurales. La Instalación del sistema de agua potable así como la instalación del sistema de saneamiento básico para las comunidades campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, es un proyecto de muchísima importancia y dejar de ejecutarse sería el principal problema que afecta aún más a estos pobladores, que durante varias décadas están expuestos a riesgo de vulnerabilidad, los residuos sólidos son arrojados en forma directa a los caminos, para posteriormente incinerarlos, la disposición de excreta lo realizan a campo abierto en mayor porcentaje, ocasionando grave perjuicio ambiental en esta parte del distrito de San Pablo.



Existen factores causantes de esta problemática, uno de ellos y el más importante son los escasos recursos presupuestales con que cuentan los gobiernos locales y los organismos de desarrollo regional. Otro aspecto es la escasa gestión y una adecuada focalización y priorización de las necesidades, situación que da como resultado que no se lleguen a satisfacer los requerimientos en forma integral. Se demuestra así la necesidad de desarrollar una estrategia inmediata que, acompañada de inversión, permita instalar el sistema de agua potable e instalar un adecuado sistema de Saneamiento básico, con la consecuente mejora de la calidad de los servicios y de las condiciones de vida de los pobladores de las comunidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, siendo necesario la infraestructura y servicios para satisfacer sus necesidades básicas y salud ambiental.

### **2.1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés no escapan a esta problemática y las necesidades de contar con el servicio permanente de agua y de un adecuado sistema de Saneamiento, como uno de los sectores marginales de la región San Martín, se hacen cada vez mayores para todas las poblaciones de las zonas y rurales. La Instalación del sistema de agua potable así como la instalación del Sistema de Saneamiento Básico para las comunidades Campesinas de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, es un proyecto de muchísima importancia y dejar de ejecutarse sería el principal problema que afecta aún más a estos pobladores, que durante varias décadas están expuestos a riesgo de vulnerabilidad, los residuos sólidos son arrojados en forma directa a los caminos, para posteriormente incinerarlos, la disposición de excretas lo realizan a campo abierto en mayor porcentaje, ocasionando grave perjuicio ambiental en esta parte del distrito de San Pablo.

El proyecto a desarrollarse tiene como finalidad brindar el servicio a familias que viven en las comunidades indicadas. Así mismo podemos ver que la ingeniería civil además de brindar un bienestar e infraestructuras en favor de la comunidad, le corresponde también vigilar y mantener un equilibrio en la naturaleza conservando el ciclo que debe cumplirse para que los recursos ya aprovechados vuelvan a ser utilizados.

### **2.1.3. Delimitación del problema**

La propuesta del proyecto en estudio sobre el diseño de ampliación y mejoramiento de agua potable de la comunidad de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés en el distrito de San Pablo, es un proyecto factible la cual su meta principal es el diseño del

servicio primordial que debe contar una población, la que es el agua potable y mejorar la calidad de vida de los pobladores. El sistema básico de agua potable es necesario en una población ya que de esta manera se pueden evitar en un futuro problemas de salubridad, éstos pueden influir en la calidad de vida de las personas que van a vivir en este sector.

#### **2.1.3.1. Delimitación especial**

El área de estudio corresponde al diseño del Sistema de Agua Potable de las comunidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, en la provincia de Bellavista, región San Martín. Se tomarán zonas específicas representativas para el estudio dentro de la misma

#### **2.1.3.2. Delimitación temporal**

El tiempo de desarrollo del proyecto se prevé para el periodo comprendido entre el año 2017 y 2018.

#### **2.1.3.3. Campo científico y profesional**

El proyecto sigue un enfoque cuantitativo, centrándose en los datos que obtendremos, haciendo uso de las matemáticas, estadísticas y otros. El desarrollo de este proyecto está incluido en la carrera de la ingeniería civil, específicamente en el área de Hidráulica.

#### **2.1.4. Formulación del problema a resolver**

Mediante la elaboración de este proyecto se busca que los pobladores de las localidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés ,del Distrito de San Pablo, cuenten con un servicio básico de agua potable óptimo para mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona. ¿De qué manera el diseño optimo del sistema agua potable para localidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés del Distrito de San Pablo, mejorará la calidad de vida de los pobladores de la zona?.

### **2.2. Objetivos**

#### **2.2.1. Objetivo general.**

Realizar el diseño del sistema de Agua Potable de las Comunidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés el distrito del San Pablo de acuerdo Norma técnica de diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, del año 2018.

### **2.2.2. Objetivos específicos.**

Desarrollar el Estudio Topográfico de la zona de San Pablo (Nuevas Flores, San Ignacio, Dos de Mayo y San Andrés)

Desarrollar el estudio de suelos

Cálculo de la capacidad de los reservorios

Diseñar de la línea de conducción

Diseñar la línea de aducción

Diseño de red de distribución de agua potable

Ubicar la fuente y realizar el diseño hidráulico de la captación

Desarrollar las técnicas para el proceso de tratamiento de sistema de agua potable

### **2.3. Justificación de la investigación**

La gran importancia de este proyecto radica en el abastecimiento de servicio de agua potable a las localidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, beneficiando a la población y así mismo contribuir a disminuir considerablemente las enfermedades más frecuentes de origen hídrico y salubridad pública, que son comunes por consumir aguas contaminadas y por falta del líquido elemento el agua. Se mejorará la salud pública y la calidad de vida de la población, por ende, los niveles socioculturales y económicos de estas localidades.

### **2.4. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación**

#### **2.4.1. Antecedentes de la investigación**

**Agüero P. (2009)** ; en su libro “Agua potable y saneamiento rurales del Perú “El agua y saneamiento son factores importantes que contribuyen a la mejora de las condiciones de vida de las personas. Lamentablemente, no todos tenemos acceso a ella. Las más afectadas son las poblaciones con menores ingresos. Según revelan cifras actuales, en el Perú existen 7.9 millones de pobladores rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso a agua

potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento. Consecuencias negativas sobre el ambiente y la salud de las personas y, en los niños y niñas el impacto es tres veces mayor. En el futuro esta situación se agravará. Para el 2025 se prevé la escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Recibimos una debilidad histórica de los años 1990 al 2002 por los limitados recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos. No se entendió la importancia del tema de agua y saneamiento y no se abordó de manera integral el componente educativo y el fortalecimiento organizacional de los modelos de gestión comunitaria.

**Lossio M. (2012)**, con su tesis “Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lacones”, nos indica que los sistemas de abastecimiento de agua contribuyen significativamente al mejoramiento de las condiciones de salud de las poblaciones; sin embargo, en los últimos cincuenta años, las inversiones realizadas en el medio rural para ampliar la cobertura de dichos sistemas no siempre han tenido éxito. Algunas veces, los abastecimientos pequeños de agua demostraron no ser adecuados para las condiciones bajo las cuales tuvieron que funcionar, por lo que varios sistemas fueron completamente abandonados después de unos años de su construcción.

**Francois G. (2005)**, en su libro “Distribución de agua potable y colecta de desagües y de agua de lluvia” nos señala que: Se pueden utilizar y consumir las aguas superficiales, las aguas subterráneas y aun las aguas de mar, después de captarlas y tratarla en una estación de purificación y distribuirlas mediante una red de distribución.

**Grández P. (1994)**, Proyecto de abastecimiento de Agua Potable a la Localidad de Consulo provincia de Bellavista (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín Tarapoto nos indica que uno de los aspectos más importantes en un proyecto de abastecimiento de agua lo constituye la selección de la fuente, ya que ella dependerá en alto grado el buen funcionamiento del sistema de agua y por ende la garantía de agua, para la dotación estimada puede satisfacer la población las necesidades de toda la población.

**Paredes G. (2002)**, Diseño y construcción del sistema de agua potable del distrito de San Martín Alao, provincia el Dorado, Región de San Martín (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín, nos señala que en el sistema de agua potable para el distrito de San Martín Alao, el plano correspondiente a la línea de conducción indicada en los planos no coincidió con el terreno y con los datos topográficos obtenidos en el campo se procedió a diseñar como alternativa de solución una nueva línea de conducción, utilizando los

datos hidrológicos y de diseño hidráulico de la red del expediente técnico y de los reglamentos pertinentes. Las demás partes constituyentes del sistema , se ejecutaron de acuerdo a lo previsto en los planos y metrados de proyecto

## **2.4.2. Fundamentación teórica de la investigación**

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. Consiste en proporcionar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico), cantidad, continuidad y confiabilidad de esta.

### **2.4.2.1. Algoritmo de selección de opciones tecnológicas**

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), en base a la evaluación de ciertas condiciones técnicas de la zona del proyecto, se selecciona la opción tecnología más adecuada para el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, entre los criterios evaluados, se tienen los siguientes:

- Tipo de fuente
- Ubicación de la fuente
- Nivel freático
- Frecuencia e intensidad de lluvias
- Disponibilidad de agua
- Zona de vivienda inundable
- Calidad del agua

Según estos criterios los sistemas de agua potable pueden ser:

### **2.4.2.2. Sistemas por gravedad**

#### **a. Con tratamiento**

SA-01: Captación por gravedad, línea de conducción, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

#### **b. Sin tratamiento**

SA-03: Captación de manantial (ladera o fondo), línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

SA-04: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

#### **2.4.2.3 Sistemas por bombeo**

##### **a. Con tratamiento**

SA-02: Captación por bombeo, línea de impulsión, planta de tratamiento de agua potable, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

##### **b. Sin tratamiento**

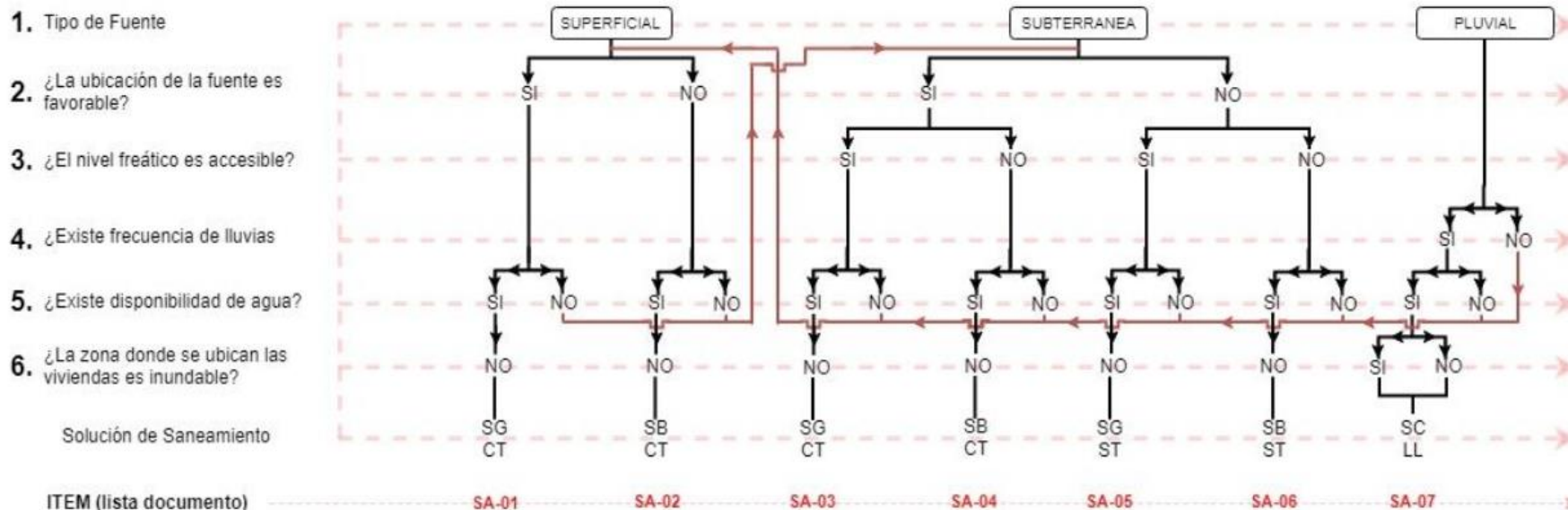
SA-05: Captación de manantial (ladera o fondo), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

SA-06: Captación (galería filtrante, pozo profundo, pozo manual), estación de bombeo, línea de impulsión, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución.

#### **2.4.2.4. Sistemas pluviales**

SA-07: Captación de lluvia en techo, reservorio, desinfección. El árbol de decisión para abastecimiento de agua para consumo humano se muestra a continuación. En ella se debe evaluar los criterios de selección indicados, con la finalidad de identificar la opción tecnológica más apropiada para la zona de intervención.

## ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL ÁMBITO RURAL



### ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE:

SA-01: CAPT-GR, L-CON, PTAP, RES, DESF, L-ADU, RED

SA-02: CAPT-B, L-IMP, PTAP, RES, DESF, L-ADUC, RED

SA-03: CAPT-M, L-CON, RES, DESF, L-ADU, RED

SA-04: CAPT-GL/P/PM, E-BOM, RES, DESF, L-ADUC, RED

SA-05: CAPT-M, E-BOM, RES, DESF, L-ADUC, RED

SA-06: CAPT-GF/P/PM, E-BOM, RES, DESF, L-ADU, RED

SA-07: CAPT-LL, RES, DESF

### CÓDIGOS DE COMPONENTES DE SISTEMA DE AGUA POTABLE:

CAPT-FL: Captación del tipo flotante

CAPT-GR: Captación por Gravedad

CAPT-B: Captación por Bombeo

CAPT-M: Captación por Manantial

CAPT-LL: Captación de Agua de Lluvia

CAPT-GL: Captación por Galería Filtrante

CAPT-P: Captación por Pozo

CAPT-PM: Captación por Pozo Manual

L-CON: Línea de Conducción

L-IMP: Línea de Impulsión

L-ADU: Línea de Aducción

EBOM: Estación de Bombeo

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

RES: Reservorio

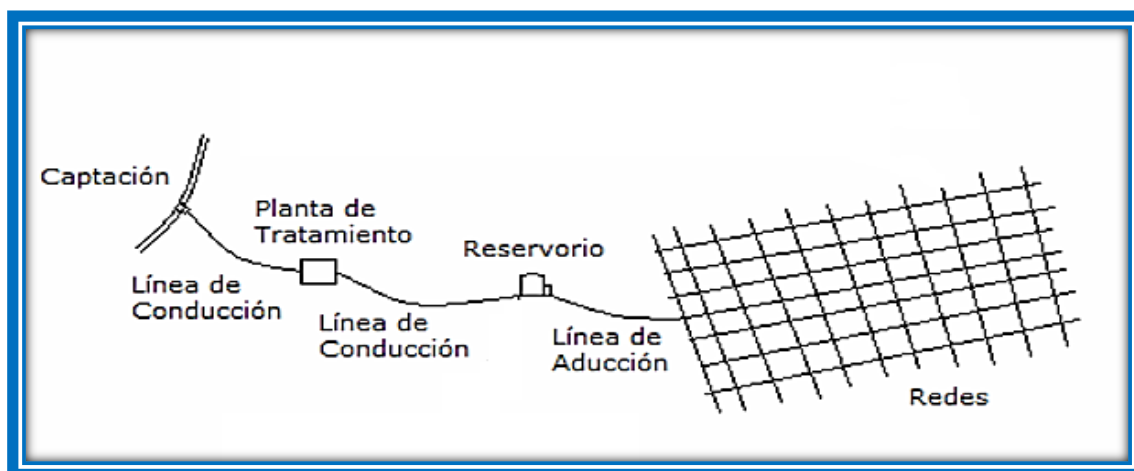
DESF: Desinfección

RED: Redes de Distribución

**Figura 4.** Algoritmo de selección de Sistema de agua para el ámbito rural (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### 2.4.2.4. Componentes de un sistema de agua potable

Un ejemplo de sistema de agua potable se muestra en el gráfico:



*Figura 5.* Diagrama de sistema de agua potable (Fuente: Jorge Olivares Vega-Abastecimiento de agua

El sistema de abastecimiento de agua en zonas rurales debe contar los siguientes elementos:

Fuentes de captación.

Obra de Captación.

Línea de conducción.

Planta de Tratamiento.

Reservorio.

Línea de aducción

Distribución.

##### **a) Fuentes de captación.**

Según (Orellana J,2005); para poder realizar un correcto abastecimiento de agua potable debemos contar con las fuentes correspondientes, de las que se deben considerar dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- Capacidad de suministro
- Condiciones de sanidad o calidad del agua

La capacidad de suministrar debe ser la necesaria para proveer la cantidad necesaria en volumen y tiempo que requiere el proyecto de abastecimiento. Las condiciones de sanidad o calidad del agua son claves para definir las obras necesarias de potabilización. Las fuentes se clasifican en:



## **Las aguas pluviales**

Las aguas de pluviales son potables, las que provienen de la nieve derretida son de calidad inferior pues ya se suelen contaminarse al estar depositada sobre el suelo. Las aguas de lluvia no sufren por lo general alteración apreciable a través de su paso por la atmósfera, de la cual recogen cantidades ínfimas de anhídrido carbónico, oxígeno, nitrógeno y polvo en suspensión coloidal, con su posible contenido bacteriano.

Para su recolección se requieren superficies muy extensas para poder recolectar cantidades suficientes, usándose comúnmente el techo de las casas.

Se recurre a esta fuente cuando faltan otros recursos y también en establecimientos rurales y pequeñas instalaciones.

## **Las aguas superficiales**

Las aguas que se encuentran en la superficie comprenden dos categorías distintas. Las animadas de un movimiento continuo por acción de la gravedad descienden desde los puntos más elevados y después de un recorrido más o menos regular se vierten en el mar (quebradas, riachuelos y ríos). En forma genérica se denominan corrientes de agua. Otras aguas, en cambio se detienen en depresiones naturales donde se acumulan formando grandes depósitos. Se llaman lagos cuando ocupan grandes extensiones con gran profundidad, siendo esta última mayor que la de sus tributarios o emisarios. Los reservorios de menores dimensiones y profundidades se denominan lagunas cuando son de muy poca profundidad. Los esteros son abundantes en vegetación.

## **Aguas subterráneas**

Las aguas que se infiltran en el suelo provenientes de las precipitaciones, ríos, lagos y lagunas de fondo permeable, descienden por acción de la gravedad y su velocidad de penetración es proporcional al grado de permeabilidad de los suelos que atraviesa. Las aguas pueden ser detenidas en su marcha por un estrato geológico impermeable, horizontal o inclinado, el cual retendrá el agua y su acumulación llenará los vacíos existentes en el suelo y formará una napa o acuífero. Si la capa impermeable es horizontal, permanecerán en el lugar formando una napa estática, si fuera inclinada, iniciará un movimiento de traslación horizontal formando una napa dinámica, siendo la velocidad de traslación de pendiente de

la permeabilidad del suelo que la contiene.

## **b) Obras de captación:**

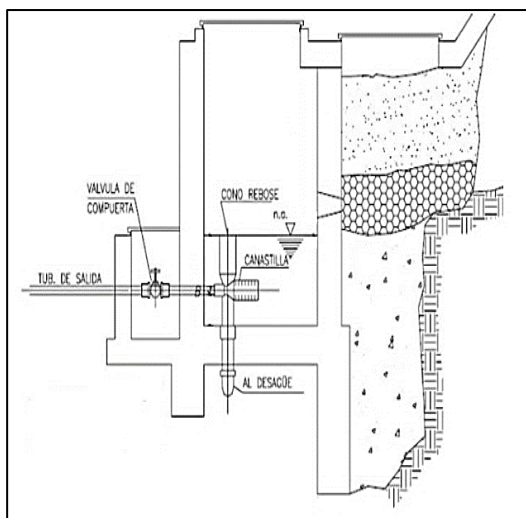
### **b.1. Captación de manantiales**

Según (García Eduardo, 2009), la captación de manantiales se realiza mediante una estructura de concreto armado, conformado por 2 cajas, siendo la primera para el ingreso del agua y la segunda como caja de válvulas.

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), se pueden clasificar en:

#### **b.1.1. Manantial de ladera**

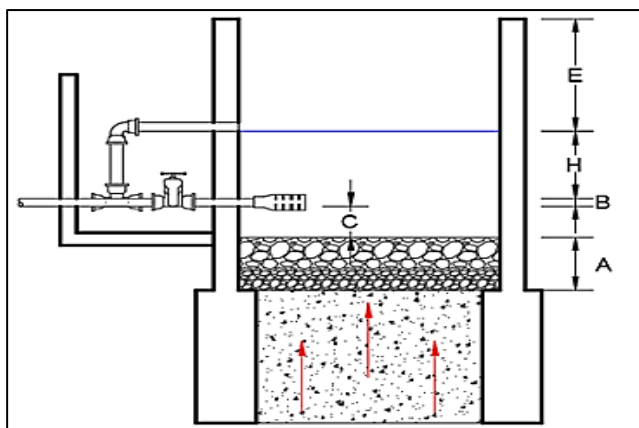
Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse.



**Figura 6.** Manantial de ladera (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### **b.1.2. Manantial de fondo.**

Permite la captación del agua subterránea que emerge de un terreno llano, ya que la estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua, consta de una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula el caudal a utilizarse, y una cámara seca que protege las válvulas de control de salida, rebose y limpia.



**Figura 7.** Manantial de fondo (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

## **b.2. Captación de pozos**

Según (García E., 2009). Un sistema de captación de aguas subterráneas para una gran profundidad, está conformado normalmente por los siguientes componentes:

- a) Pozo de explotación, que puede ser somero o profundo.
- b) Caseta de bombeo, que incluye bomba y accesorios.
- c) Generación de energía, que puede ser de acuerdo al caso molino de viento (Eólico), motor diésel o gasolinera, acometida eléctrica o paneles solares.
- d) Línea de impulsión, que es la tubería del pozo al reservorio.

Según el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); según su tipología pueden dividirse.

### **b.2.1 Pozos someros**

Pozos someros, captan aguas subterráneas de acuíferos de poca profundidad, hasta los 30 m.

**Excavados.** Los pozos excavados no requieren de dimensionamiento específico, sin embargo, debe considerarse los siguientes aspectos:

Diámetro mínimo de 1,00 metro para permitir la excavación manual.

Empleo de anillos de hormigón en caso de terrenos deleznales.

El revestimiento del pozo excavado debe ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

Se debe profundizar el pozo al menos 2 metros debajo del nivel freático en época de estiaje para permitir la explotación del agua. La profundidad del pozo excavado se determina en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

### **Perforados.**

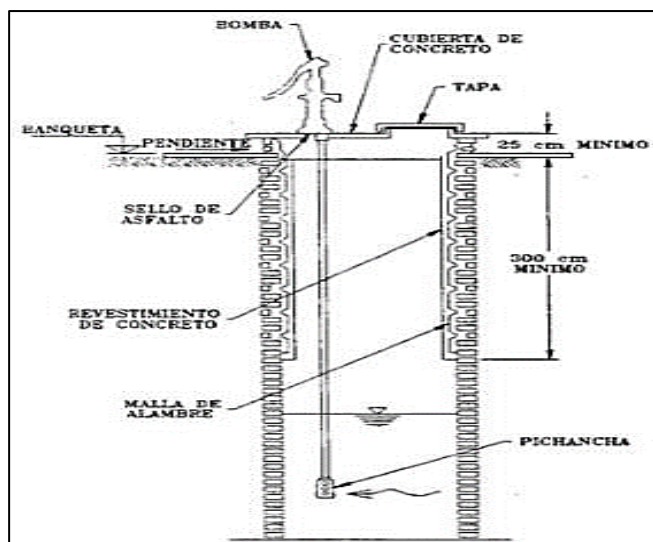
Los pozos perforados someros, no requieren dimensionamiento específico; pueden diseñarse en base a estudios prospectivos iniciales o, es su caso, debe realizarse la perforación directamente hasta alcanzar los niveles freáticos suficientes para la explotación del agua. Pueden ser pozos perforados manual o mecánicamente.

#### **b.2.2 Pozos profundos**

Pozos profundos, captan agua subterránea a profundidades mayores a los 30 m, dependiendo de las condiciones del acuífero.

**Perforados manualmente.** emplea equipos simples para perforar pozos de pequeño diámetro empleando los métodos de rotación y percusión, en terrenos de baja concentración de material granular. Los pozos perforados manualmente, sólo pueden ser diseñados en su concepción general. Solamente con pruebas en campo puede identificarse la posibilidad o no de perforar con esta tecnología.

**Perforados con maquinaria.** Los pozos perforados con máquina permiten captar aguas subterráneas profundas, y requieren equipos de perforación especiales. Las técnicas de perforado pueden ser de percusión, rotación directa o reversa, inyección y otros. El diseño de los pozos perforados profundos requiere la participación de especialistas en hidrogeología y estudios de prospección de aguas subterráneas con equipos de resonancia electromagnética.



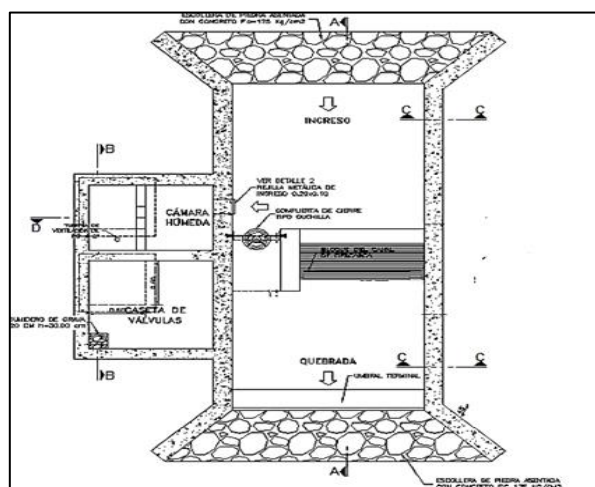
**Figura 8.** Pozo con Bomba (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### b.3. Captaciones de aguas superficiales

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) ; se pueden clasificar de la siguiente manera

#### b.3.1. Barraje fijo sin canal de derivación

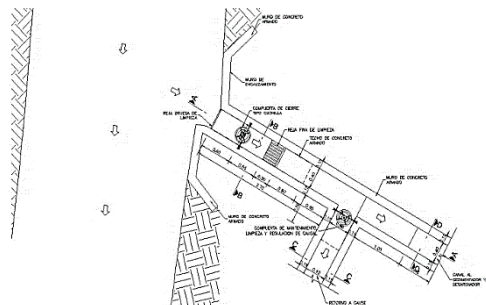
Esta alternativa es posible cuando el régimen del río o quebrada es uniforme y la capacidad de captación de la tomar es menor que la descarga promedio del río, por lo que no es necesario ninguna regulación, ya que el exceso de agua pasará encima de la presa



**Figura 9.** Captación barraje fijo sin canal de derivación (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### b.3.2 Barraje con canal de derivación

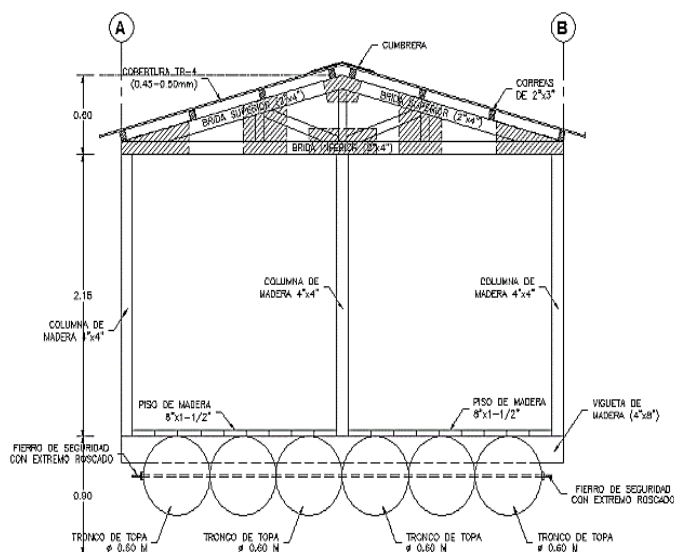
Las bocatomas de barraje fijo son aquellas que tienen una presa sólida, para elevar el tirante frente a las compuertas de captación, tanto en épocas de avenida y en estiaje, permite la derivación parcial de un cuerpo de agua superficial de gran caudal, tanto en épocas de avenida y en estiaje



**Figura 10.** Canal de derivación (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### b.3.3. Balsa flotante

Es una estructura que permite instalar sobre ella, el equipo de bombeo a utilizar ya sea en lagos o ríos, funciona por un sistema de bombeo.

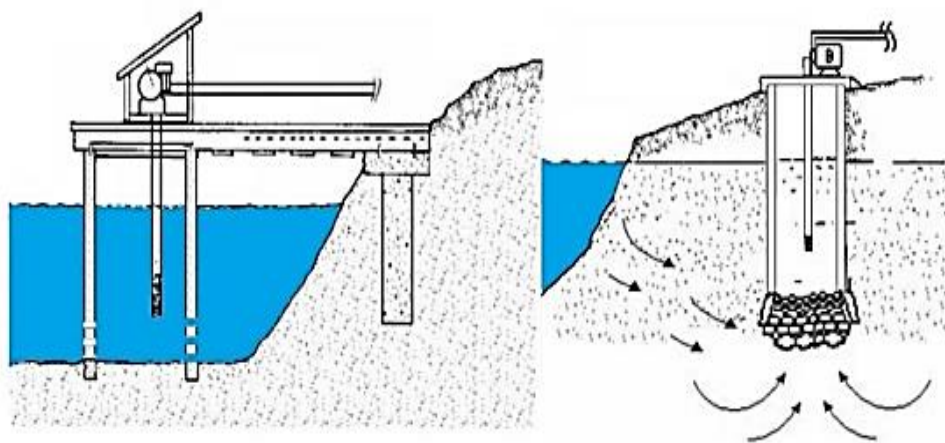


**Figura 101.** : Balsa flotante( Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### b.3.4. CAISSON

Es una estructura de concreto, utilizada en zonas inundables, construida en el lecho filtrante y permite mantener niveles mínimos.

- ✓ El diámetro interior debe tener entre 1,20 y 2,00 m dependiendo de la profundidad y niveles de la fuente.
- ✓ El volumen útil debe garantizar que, en condiciones críticas, la canastilla de succión o impulsores de la bomba tenga por lo menos un tirante de agua mínimo equivalente a 6 veces el diámetro de los impulsores o canastilla de succión. Debe emplearse una bomba de eje vertical.
- ✓ La profundidad del Caisson debe garantizar un tirante mínimo que permita su aprovechamiento en estaciones críticas.
- ✓ La caseta de bombeo se debe ubicar sobre el Caisson. Se deben elevar 1,00 m por encima del nivel máximo de crecida de la fuente para reducir su vulnerabilidad.
- ✓ En el caso de ríos muy caudalosos y con fuertes variaciones de caudal, el Caisson se debe ubicar en una zona segura cercana a la ribera de este, realizándose la toma de la captación mediante canastilla y tubería.

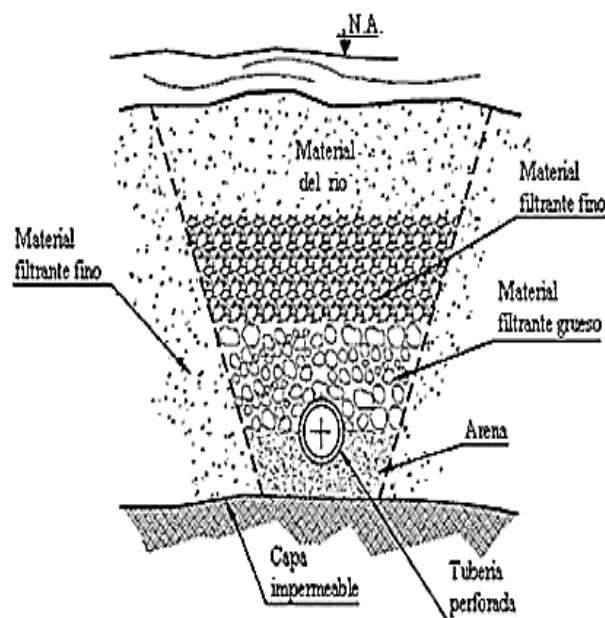


*Figura 12.* Captación del Tipo Caisson (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### b.3.5. Galería Filtrante

Son tuberías perforadas que permiten recolectar el agua subterránea y conducir hacia un punto de extracción o almacenamiento.

Es un sistema de captación de aguas subsuperficiales ubicadas en los lechos de los ríos o sus márgenes por medio de drenes o zanjas. El propósito de estas obras es interceptar el flujo natural del agua subsuperficial, para que ingrese por gravedad, al interior de la zanja o tubería y sea conducida hacia una cámara recolectora en una de las márgenes del río.



**Figura 13.** Galería filtrante (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

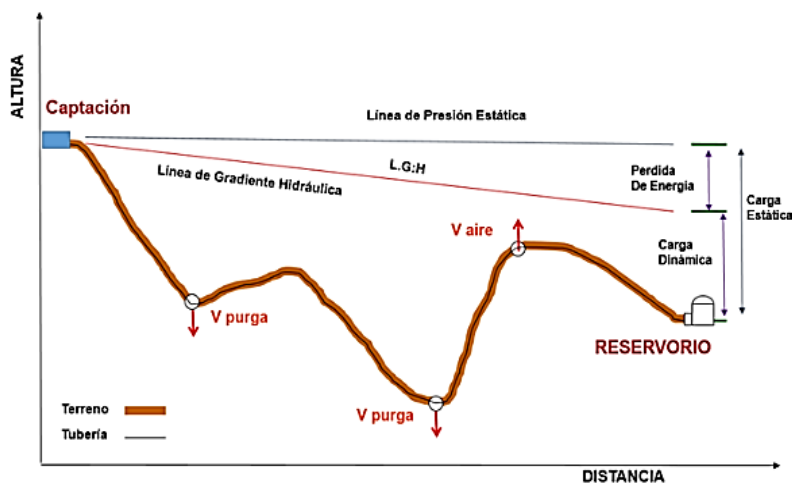
### c) Línea de conducción

Según. (Agüero R,1997) , la línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales (pase aéreos ) o materiales especiales (tubería hdp) .



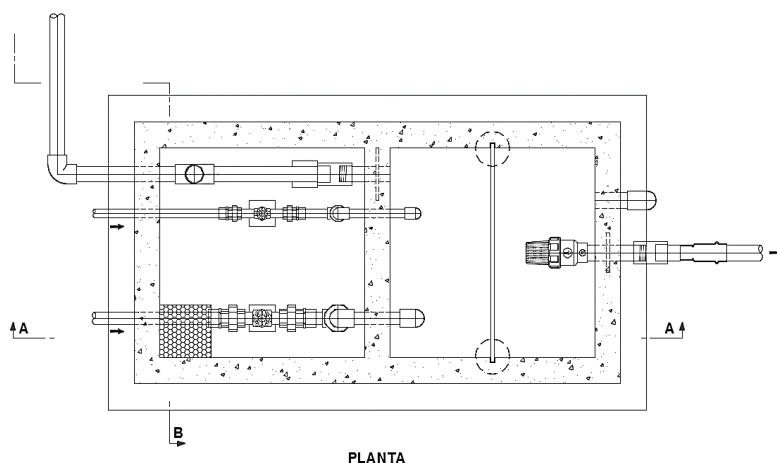
Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares



**Figura 14:** Línea de Conducción (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### c.1.Cámara de reunión de caudales

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); las cámaras de reunión de caudales se instalan para reunir los caudales de dos (02) captaciones. La estructura será de concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; Las dimensiones internas de la estructura serán: Cámara seca de 0,80 m x 0,80 m x 0,80 m, con tapa sanitaria metálica de sección 0.6 x0.6m.



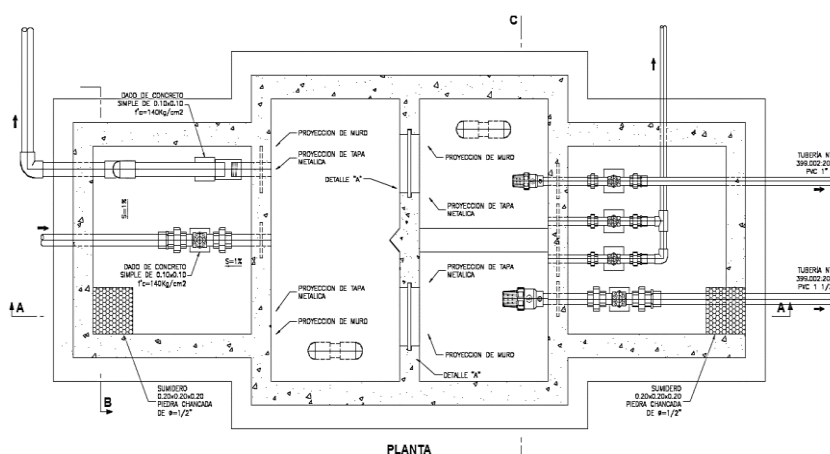
**Figura 15:** Cámara de reunión de caudales (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

## c.2. Cámara de distribución de caudales

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); la construcción de una (01) cámara de distribución será para repartir los caudales a los reservorios n° 1 y reservorio n° 2 a más .

-La estructura hidráulica será de concreto armado de  $f'c=210$  kg/cm Tendrá tapa sanitaria metálica de sección 0,6 x 0,6 m.

-Debe contar con un sistema de rebose y purga y un dado de concreto simple  $f'c=140$  kg/cm



**Figura 16:** Cámara de distribución de caudales (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

## d) Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Según (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2018), las unidades de la ptap deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua de donde se captará el agua cruda, tal como indica tabla siguiente:

Tabla 3:

*Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano*

ALTERNATIVAS	LIMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2018

T0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

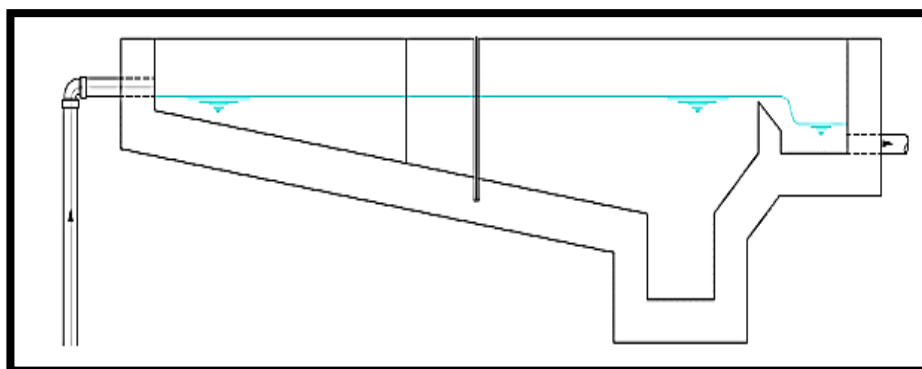
C0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

T0 Max : turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

## d.1. Estructuras para de tratamiento de sistema de agua

### d.1.1. Desarenador

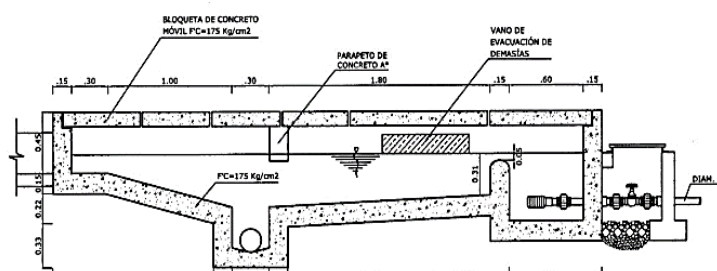
Cuya función es la de separar del agua captada las arenas y partículas gruesas en suspensión, para evitar que se deposite en la tubería de conducción y así evitar la sobrecarga de arena en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado normalmente remueve partículas en suspensión gruesa y arena, con tamaños superiores a 0,2 mm.



**Figura 17:** Esquema desarenador perfil (Fuente : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### d.1.2. Sedimentador

Se debe incluir este componente cuando se compruebe que, mediante una prueba de sedimentación natural, se llega a remover la turbiedad por solidos suspendidos. Un



**Figura 18.** Sedimentador (Fuente: García, E,2009)

sedimentador puede remueve partículas en suspensión gruesa y arena, inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm.

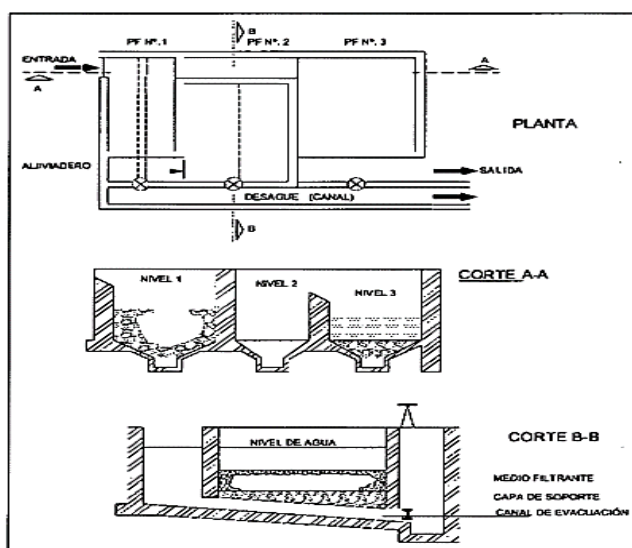
### d.1.3. Pre filtro de grava

Es utilizado para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración lenta en arena.

Los prefiltros como unidades independientes pueden asumir dos funciones:

Como proceso de remoción exclusivamente físico para atenuar altas turbiedades.

Opera con velocidades bajas y carreras largas. En este caso operan con velocidades altas y carreras cortas. Como proceso físico y biológico, como único tratamiento para aguas relativamente claras. En este caso la unidad



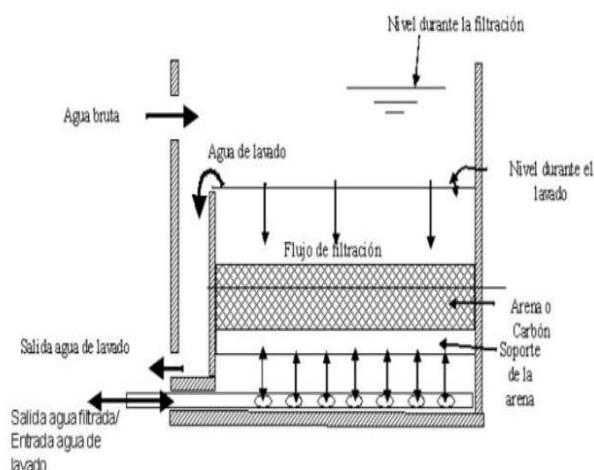
**Figura 19.** Esquema de un filtro grueso descendente (Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### d.1.4. Filtro lento de arena

La filtración lenta en arena es el tipo tratamiento del agua más antiguo y eficiente utilizado por la humanidad, además de ser muy fácil de operar y mantener. Simula el proceso de purificación del agua que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de lluvia las capas de

la corteza terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos

La filtración lenta en arena es el tipo tratamiento del agua más antiguo y eficiente utilizado por la humanidad, además de ser muy fácil de operar y mantener. Simula el proceso de purificación del agua que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de lluvia las capas de la corteza terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.



**Figura 20.** Esquema de un filtro lento de arena Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

## d.2. Cerco perimétrico

La función del cerco perimétrico es la de satisfacer la carencia de condiciones de seguridad, con la finalidad de evitar el deterioro de las estructuras que componen la planta de tratamiento de agua potable.

## e) Reservorio

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); el reservorio se debe ubicar lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se debe ubicar en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema. Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m . El reservorio

debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

### Consideraciones básicas

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

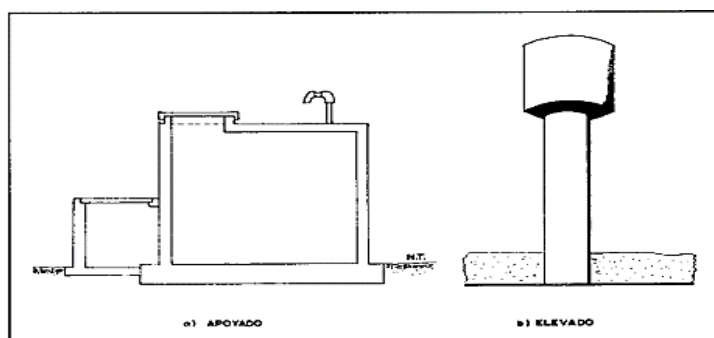
### Capacidad del reservorio

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio. (Agüero R, 1997).

### Tipos de reservorios

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen



**Figura 21.** Tipos de reservorio apoyado y elevado (Fuente: Agüero Roger , 1997)

forma rectangular y circular, son contruidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son contruidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas). Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada. (Agüero R , 1997).

#### Ubicación del reservorio

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas. De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, Son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados .Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son apoyados y por gravedad. (Agüero R, 1997)

#### **e.1 Sistema de desinfección**

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0,3 mg/l y máximo a 0,8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior a este último son detectables por el olor y sabor, lo que hace que sea rechazada por el usuario consumidor.

Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro.

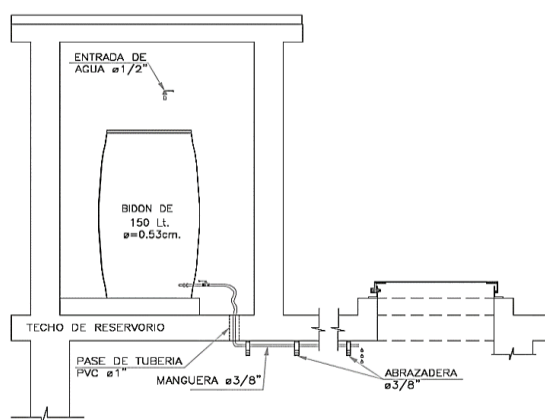
### e.1.Desinfectantes empleados

La desinfección se debe realizar con compuestos derivados del cloro que, por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua y pueden ser recomendados, con instrucciones de manejo especial, como desinfectantes a nivel de la vivienda rural. Estos derivados del cloro son:

Hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  o HTH). Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% de cloro activo.

Hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ). Es un líquido transparente de color amarillo ámbar el cual se puede obtener en establecimientos distribuidores en garrafas plásticas de 20 litros con concentraciones de cloro activo de más o menos 15% en peso.

Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ). Se genera normalmente en el sitio en el que se va a utilizar, y, disuelto en agua hasta concentraciones de un 1%  $\text{ClO}_2$  (10 g/L) pueden almacenarse de manera segura respetando ciertas condiciones particulares como la no exposición a la luz o interferencias de calor.



**Figura 22.** Sistema de desinfección por goteo ( Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### e.1.1 Sistema de Desinfección por Goteo

Es un sistema recomendado para caudales mayores de 1.00 lt/s.

#### e.1.2. Sistema de Desinfección por erosión

- No se aconseja usar tabletas para desinfectar agua de piscinas, ya que éstas se fabrican utilizando un compuesto químico que, al ser disuelto en agua, produce una molécula de cianurato de sodio o isocianurato, que puede ser perjudicial para la salud del ser humano.



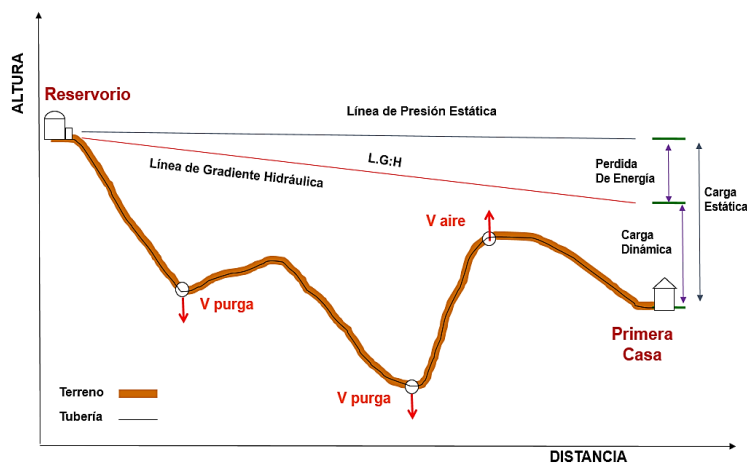
- Siempre debe exigirse al proveedor que las pastillas sean de hipoclorito de calcio.
- Tomar las medidas de seguridad para manipular las tabletas.



**Figura 23.** Dosificador por erosión de tableta  
(Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### f. Línea de aducción:

Según (García E., 2009); la línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución. El caudal de conducción es el máximo horario. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios. Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño.

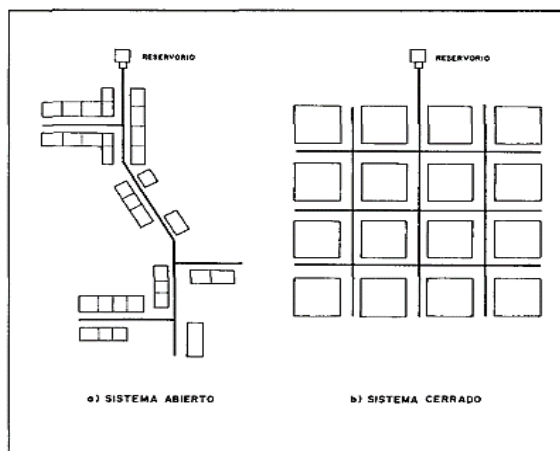


**Figura 24:** Línea de aducción (Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### g. Redes de distribución

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

Según (Agüero R , 1997), existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla ,etc.



**Figura 25.** Tipo de redes de distribución (Fuente: Agüero Roger, 1997)

## **g.1. Sistema abierto y cerrado**

### **g.1.1.Sistema abierto**

Para (Agüero R, 1997), son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino.

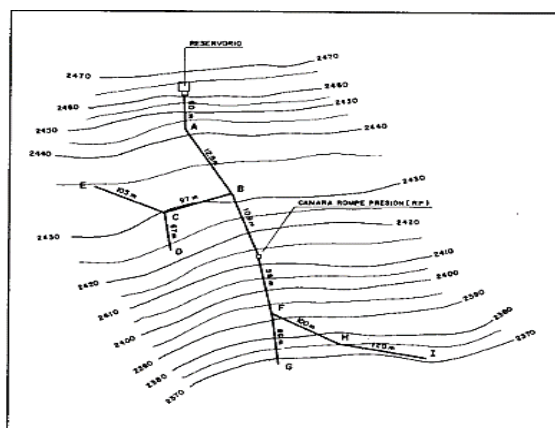
La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir, el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas. En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua. (Agüero R, 1997)

### **g.1.2. Sistema cerrado**

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin

de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros. (Agüero R, 1997).

Para el análisis hidráulico de una red de distribución en un sistema cerrado los métodos más utilizados son el de seccionamiento y el de Hardy Cross (Agüero R , 1997). En este proyecto se diseñó con método de Hardy Cross.



**Figura 26.** Esquema de una red ramificada (Fuente : Agüero Roger , 1997)

### 1.2.1 Método de seccionamiento

Este método está basado en el corte de la red proyectada en varios puntos determinados de tal manera que el flujo de agua sea en un solo sentido y proveniente de un ramal principal.

Consiste en formar anillos o circuitos, los cuales se numeran por tramos; en cada circuito se efectúa un corte o seccionamiento y se calculan los gastos por cada tramo de la red abierta. Para un seccionamiento ideal, las presiones en los puntos de corte deben ser iguales, tolerándose una diferencia máxima de 10% con respecto al valor de las presiones obtenidas para cada nudo. Si esto no se comprueba, se deberá alterar convenientemente el diámetro de algunas tuberías o modificar el seccionamiento adoptado. Las redes se calculan para una capacidad de distribución igual al consumo máximo horario, el que puede considerarse

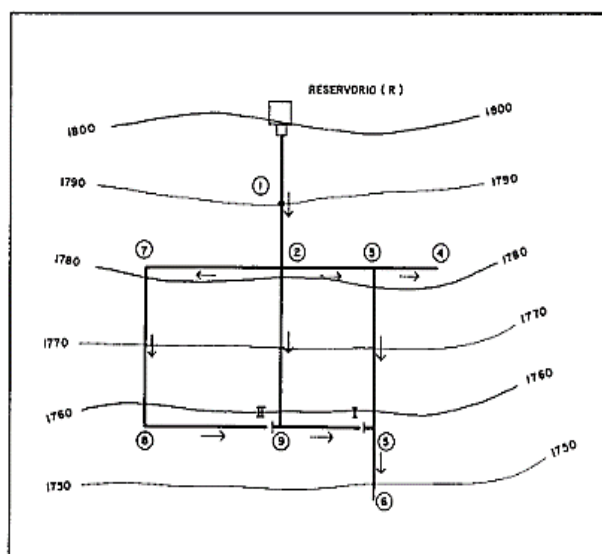
uniformemente distribuido a lo largo de toda la tubería, o por áreas según la densidad de población. (Agüero R, 1997)

### g.1.2.2. Método de Hardy Cross

Es un método de tanteos o aproximaciones sucesivas, en el cual se supone una distribución de caudales y se calcula el error en la pérdida de carga de cada circuito.

En cualquier malla de tuberías se deben satisfacer cuatro condiciones:

- La suma algebraica de las pérdidas de carga alrededor de un circuito debe ser cero
- La cantidad de flujo que entra en un nudo debe ser igual a la cantidad de flujo que sale de ese nudo
- El caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal que sale de ella
- Los caudales asignados deben ocasionar velocidades adecuadas a la especificación reglamentaria. (Agüero R, 1997)



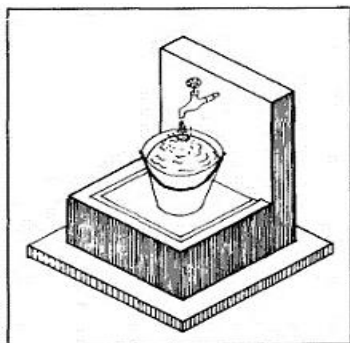
**Figura 27.** Punto de seccionamiento en la red distribución

Fuente : Agüero R, 1997)

### h. Conexiones domiciliarias

Según (Agüero, 1997); En las poblaciones rurales del país existen sistemas de abastecimiento de agua potable que consideran ya sea piletas publicas o conexiones domiciliarias. En el primer caso, con la finalidad de limitar la distancia que tendrán que recorrer los usuarios se deben ubicar las piletas en puntos estratégicos dentro del área del centro poblado. En el segundo caso, las conexiones domiciliarias, que culminan en una pileta

Son las tuberías de servicio de agua que se instalan a partir de la tubería matriz hasta el interior de cada vivienda

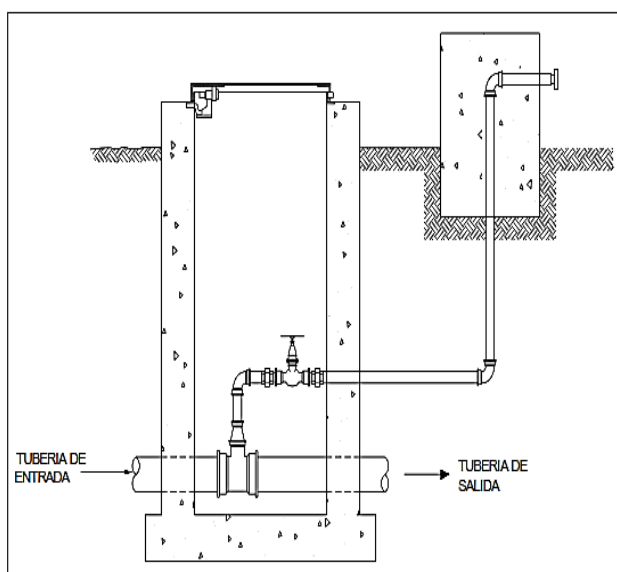


**Figura 28.** Vista isométrica de pileta domiciliaria (Fuente :Agüero R , 1997)

## **i. Estructuras Complementarias**

### **i.1. Válvulas de aire**

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente. (Agüero R,1997)

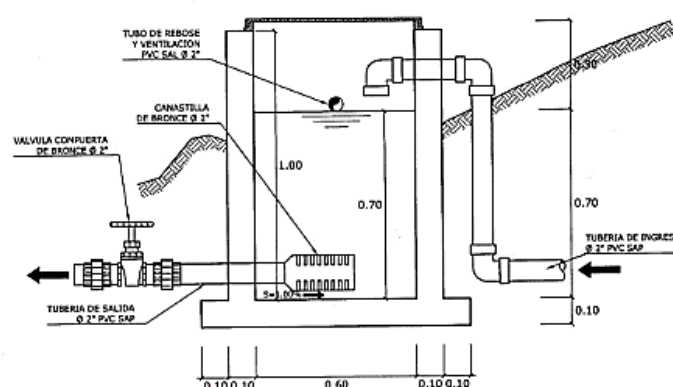


**Figura 29. :** Válvula de aire manual (Fuente: UNATSABAR, 2004)



#### i.4. Cámaras rompe-presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable. (Agüero R,1997)



**Figura 32.** Cámara rompe presión Fuente: (Ing. García, Eduardo,2009)

#### i.5. Pase aéreo

Para (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), el pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada. Esta estructura está diseñada para soportar todo el peso de la tubería llena y el mismo sistema estructural, en distancias de 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 50 m, 75 m y 100 m.

#### 1.3.3. Criterios para el diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable

##### a. Período de diseño

Según (Agüero R, 1997); en la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto

económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones. Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento.

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales:

Fuente de abastecimiento	20 años.
Obra de captación	20 años.
Pozos	20 años.
Planta de tratamiento de agua para consumo humano	20 años.
Reservorio	20 años.
Tuberías de conducción, impulsión y distribución	20 años.
Estación de bombeo	20 años.

### **c. Población de diseño:**

Según (Agüero R, 1997) Los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:

#### **Métodos analíticos**

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que estos se han medido.

#### **Métodos comparativos**

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en Función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de Poblaciones de crecimiento similar a la que se esta estudiando. .



## Método racional

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socio- económico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones ,inmigraciones, emigraciones y población flotante.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico.

Para este caso se utilizó el método geométrico o de interés de compuesto

$$Pf = P0(1 + r)^t$$

Donde:

- Pf = Población de diseño (hab.)
- Po = Población actual (hab.)
- r = Tasa de crecimiento (%)
- t = Período de diseño (años)

Para el (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), es importante indicar:

- La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica.
- En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural.
- En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI.

### d. Dotación de agua:

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018); la dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria.y la región en la cual se implemente son:

Para este proyecto de tesis se opto por una dotación de 100 l/hab/día

Región	Dotación de agua según (l/hab./d)	
	Sin arrastres hidráulico	Con arrastre hidráulico
<b>Costa</b>	60	90
<b>Sierra</b>	50	80
<b>Selva</b>	70	100

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018

#### a. Variaciones de consumo:

Consumo promedio diario anual (Qp)

Para (Agüero R, 1997) .El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_p = \frac{p_f * \text{dotación}(d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde :

Qp = Consumo promedio diario (l/s).

Pf = Población futura (hab.).

Tabla 4

*Dotación de agua (l/hab./d)*

d = Dotación (l/hab./día).

Consumo máximo diario:

En la norma del (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) nos indica que el consumo máximo diario, Qmd, se obtendrá de estudios de consumos reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para Qmd se considerará un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Qp. de este modo:

$$Q_p(l/s) = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población de diseño}}{86400}$$

$$Q_{md} (l/s) = 1.3 \times Q_p (l/s)$$

Consumo máximo horario:

El consumo máximo horario,  $Q_{mh}$ , se obtendrá de estudios de consumos reales en la zona en la que se desarrolle el proyecto. De no existir estudios específicos, para  $Q_{mh}$  se considerará un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ .

$$Q_p(l/s) = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población de diseño}}{86400}$$

$$Q_{mh} (l/s) = 2.0 \times Q_p (l/s)$$

### **b. Captación fija sin canal de derivación**

Bocatoma, consiste en una estructura acoplada al canal de derivación, donde se encuentran empotradas las rejas que permiten el paso del agua y retienen los sólidos flotantes. Debe

de cumplirse lo siguiente:

- ✓ La sección efectiva se determina en función del caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), el diseño de la reja de protección y a los niveles de fluctuación del curso de agua.
- ✓ La boca toma debe estar sumergida para captar al menos el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) para el nivel mínimo del curso o cuerpo de agua.
- ✓ La regulación de entrada se realiza a través de una compuerta, preferentemente del tipo plana deslizante vertical.
- ✓ Obras de encauzamiento y protección, dependiendo de las características morfológicas del lugar de toma, deben construirse muros de protección y/o encauzamiento.

### **c. Línea de conducción y aducción:**

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016). Se tomará en cuenta lo siguiente:

- Debe estar libre de acometidas.
- La tubería será para uso de agua para consumo humano.
- El diámetro mínimo de la línea de conducción y de aducción es de 25 mm (1").
- En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.

### **f.1 Caudales de diseño**

La Línea de Conducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario,  $Q_{md}$ . Si el suministro fuera discontinuo, se diseñarán para el caudal máximo horario.

La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario,  $Q_{mh}$ .

### **f.2. Velocidades admisibles**

Para la línea de conducción se deberá cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente. admisible.

### **f.3. Trazado**

El trazado se ajustará al menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas. El trazo de las tuberías se hará preferentemente por espacios públicos, para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema. Se evitarán los tramos de difícil acceso, así como las zonas vulnerables. La tubería no podrá alcanzar la línea piezométrica en ningún punto de su trazado.

### **f.4. Materiales**

En general se recomienda el empleo de tuberías de material de polímeros plásticos (PVC), a fin de minimizar las fugas y condiciones de intemperismo, salvo en tramos aéreos o no enterrados, en los que se podrán usar como protección, tuberías de fierro fundido dúctil, galvanizadas o de acero, convenientemente ancladas.

Todas las tuberías y accesorios contarán con uniones tipo espiga-campana en PVC y por electrofusión en HDPE, empleándose uniones bridadas solo en situaciones especiales, como en conexiones en las que sea previsible el desmontaje de elementos, cuando existan esfuerzos de tracción, por ejemplo, si existen fuertes pendientes longitudinales, o cuando no se quieran disponer macizos de anclaje.

### f.5. Elementos de las líneas

Se instalarán válvulas de purga en todos los puntos bajos relativos de cada tramo, así como en tramos planos relativamente largos, en los que se dispondrán cada 2 Km como máximo.

Se instalarán válvulas de aire en los siguientes puntos de la tubería:

En todos los puntos altos relativos de cada tramo.

En todos los cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.

Cada 2 Km como máximo.

Tanto las válvulas de purga como las de aire o de interrupción se instalarán en cámaras que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Se instalarán válvulas de interrupción en las derivaciones y en la línea cada 2 km como máximo, con la finalidad de facilitar la operación y el mantenimiento.

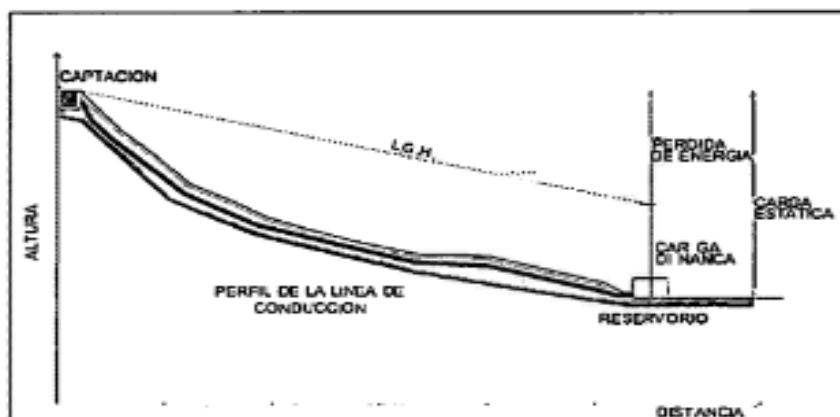
Se instalarán cámaras rompe presión cuando se presente una presión estática máxima de:

50 m para el caso de que se utilice tubería de presión nominal (PN) 7,5

75 metros, en el caso de que se emplee tubería de PN 10.

### f.6. Conducciones a presión

Al igual que las conducciones sin presión, la topografía, características del terreno y las climatologías determinarán el tipo y calidad de la tubería. La tubería no podrá alcanzar la línea de gradiente hidráulico (LGH) en ningún punto de su trazado porque si se obtendrá una presión baja, el cual perjudica el sistema de agua potable.



**Figura 33:** Línea gradiente hidráulica de una conducción (Fuente : Agüero Roger , 1997)

## f.7 Análisis hidráulico:

El cálculo de diámetro de la tubería podrá realizarse utilizando las siguientes fórmulas:

- Para realizar el análisis hidráulico se utilizó Hazen-Williams:

$$H_f = 10,674 * [Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.86})] * L$$

Siendo:

- ✓ H<sub>f</sub>: pérdida de carga continua, en m.
- ✓ Q: Caudal en m<sup>3</sup>/s
- ✓ D: diámetro interior en m (ID)
- ✓ C: Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

Acero sin costura	C=120
Acero soldado en espiral	C=100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	C=140
Hierro galvanizado	C=100
Polietileno	C=140
PVC	C=150

- ✓ L: Longitud del tramo, en m.

## g. Planta de tratamiento

### g.1. Filtro lento de arena

Para (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018), los criterios de diseño para un filtro lento son los siguientes

La velocidad de filtración debe considerarse entre 0,1 - 0,3 m/h, dependiendo del pretratamiento del agua cruda

La altura del lecho filtrante debe oscilar entre 0,50 m y 0,80 m.

La altura del lecho soporte incluido el drenaje debe estar comprendida entre 0,1 y 0,3 m.

La altura de sobrenadante del agua debe estar sobre 0,75 - 1,5 m.

## **h. Reservorio**

Son destinados para almacenar un volumen de regulación y un volumen de reserva para compensar las variaciones horarias de consumo.

Volúmenes: Para el (Garcia E, 2009), recomienda el 25% del volumen de abastecimiento medio diario (Qmd). Y para el volumen de reserva se toma en cuenta , lo que nos indica Sedapal , en su reglamento de elaboración de proyectos , se requerirá un volumen adicional de reserva que sea igual al siete por ciento (7%) del consumo máximo diario La suma de el volumen de regulación y el volumen de reserva no resulta el volumen total del reservorio.

## **i. Redes de distribución**

Para (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016), los criterios de diseño para la red de distribución son los siguientes:

Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario (Qmh).

Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y para ramales. 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ”) para ramales.

.La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

### **i.1.Trazado**

El trazado de la red se ubicará preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se evitarán terrenos vulnerables.

### **i.2. Presiones de servicio.**

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 m.c.a. y

La presión estática no será mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se considerará el uso de cámaras distribuidoras de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

### **i.3.Análisis hidráulico.**

Se podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente. Para este caso se aplicó el método de Hardy Cross.

### **i.4.Diámetro mínimo.**

El diámetro a utilizarse en la red o línea de alimentación será aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.

### **h. Conexiones domiciliarias:**

Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda deberá dotarse de una conexión predial, simple, de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento control.

#### **- Ubicación**

Se ubicará al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal, y deberá ir provista de contador.

#### **- Diámetro mínimo**

El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria será de 15 mm (1/2").

## **2.6. Hipótesis a demostrar**

Mediante la recolección y procesamiento de datos de la zona de estudio se podrá elaborar un diseño óptimo del sistema de agua potable de las localidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, del Distrito de San Pablo, el cual cumplirá con los parámetros básicos de la normas y reglamentos, y con ello mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona.



## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

##### **3.1.1. Recursos humanos**

###### **Estudio hidráulico**

Uno (01) Asistente de Campo

01 Tesista

###### **Estudios topográficos**

01 Técnico Topógrafo

01 Asistente de Campo

03 ayudantes – Prismeros

###### **Trabajo de gabinete**

01 Tesista

01 Asesor

##### **3.1.2. Recursos materiales**

###### **Equipo de oficina**

01 Computadora portátil

01 Impresora

01 Agenda

01 Plotter

01 Escritorio de trabajo

02 Calculadoras científicas

Varios (plumones, lapiceros, etc.)

### **Equipo de campo**

Estación Total

Teodolito

Nivel Topográfico

G.P.S.

01 brújula

Papel bon A-4

Libretas de Topografía

01 wincha 50 metros

01 cámara fotográfica

Machetes, botas de jebe, Ponchos impermeables.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Universo, población y muestra**

#### **Universo**

El universo de estudio está conformado toda el área de influencia comprendida las comunidades Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés del distrito de San Pablo.

#### **Muestra**

La muestra está representada por todos los pobladores de las comunidades Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés del distrito de San Pablo según la encuesta censal realizada en el año 2016, por el consultor privado

#### **Población**

La población está representada por las comunidades Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio y San Andrés, del distrito de San Pablo según la encuesta censal realizada en el año 2016, por el consultor privado

### 3.2.2. Sistema de variables

#### 3.2.2.1. Variable independiente

**Tabla 5**

*Variables independientes*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Independiente</b>		
<b>Estudio Topográfico</b>	Topografía	Levantamiento Topográfico
<b>Estudio de Mecánica de Suelos</b>	Suelos	Ensayos
<b>Estudio de la Población</b>	Población	Tasa de Crecimiento Dotación
<b>Fuente de abastecimiento</b>	Agua	Caudales de Diseño Disponibilidad de agua

Elaboración: Propia

#### 3.2.2.2. Variable dependiente

**Tabla 6:**

*Variables dependientes*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>dependiente</b>		
<b>Diseño optimo de Sistema de agua potable</b>	Diseño de agua potable	Dotación Población Futura Línea de aducción Línea de conducción Red de distribución

Elaboración: Propia

### **3.2.3. Diseño experimental de la investigación**

#### **3.2.3.1. Tipo de investigación**

Según Hernández S. (2014), nos dice que “de acuerdo al diseño y a las características propias de la presente tesis, el tipo de investigación es no experimental porque es la investigación donde no hay diferencias de las variables independientes. Lo que hace la investigación no experimental es observar la crisis de la carencia de agua, para después poderlo analizarlos y dar una solución al problema”.

$$GE \Rightarrow X \Rightarrow Y$$

GE: Es el grupo experimental (Las localidades de San Andrés, Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio)

X: representa a la información que se obtiene de la zona del proyecto (variables independientes), para realizar el diseño de agua potable

Y :Mediante el procesamiento de datos se realizara un diseño óptimo de sistema de agua potable

#### **3.2.3.2. Nivel de investigación**

En el marco de los niveles que identifican a una investigación, el presente estudio se ubica en el nivel explicativo, no solo describe los fenómenos estudiados, sino que explica la causalidad de los mismos, porque pretende determinar la relación Causa-efecto que existe entre las variables.

### **3.2.4. Diseño de instrumentos**

#### **3.2.4.1. Fuentes técnicas**

Para investigación de campo y gabinete se utilizará las técnicas de observación, muestras de campo comparación de resultados y manejo de información. Para investigación documental utilizaremos: textos, libros y revistas de la Biblioteca Especializada de la FIC-UNSM, libros y revistas especializadas particulares y normatividad y Reglamentos.

### **3.2.4.2. Instrumentos de selección de datos**

Haremos uso de los libros y revistas que traten del tema en forma general y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual.

Textos

Libros y revistas de la Biblioteca Especializada de la FIC-UNSM

Libros y revistas especializadas particulares

Biblioteca virtual (INTERNET)

Normatividad y reglamentos.

### **3.2.5. Procesamiento de información**

#### **3.2.5.1. Procesamiento de datos**

##### **3.2.5.1.1. Reconocimiento de campo**

Consistió en la visita al lugar donde se desarrolló el estudio con la finalidad de planificar las acciones que posteriormente se realizaron para el diseño dichos sistemas.

##### **3.2.5.1.2. Recopilación de bibliografías y de campo del tema**

Se recopiló manuales y bibliografías respecto del tema. Asimismo se realizó estudios

en campo tales, aforo de quebrada Inshagayacu, estudio de suelos y levantamiento topográfico.

##### **3.2.5.1.3. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable**

Para el diseño del sistema se tuvo las siguientes consideraciones:

Estudio de la población de la zona

Establecimiento de criterios para provisión de caudales, dotación de consumo de agua por habitante por día; coeficientes de día y hora de mayor contribución.

Trazado y dimensionamiento de la tubería matriz y de sus ramificaciones mediante el programa watercad V8.1.

#### **3.2.5.1.4. Análisis y interpretación de los resultados**

Para análisis de datos , se procesaron de acuerdo a la norma de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural , y la interpretación se realizó mediante tablas donde muestro los resultados

**3.2.5.1.5. Conclusiones y recomendaciones :** Se describe los resultados que obtuvieron de la investigación y con ello se también las recomendaciones.

#### **3.2.5.2. Presentación de datos**

Los resultados se presentarán ordenados y si es necesario se elaborarán cuadros resúmenes para dar mayor claridad de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS DISCUSIÓN**

#### **4.1. Estudio de población**

##### **4.1.1. Ubicación**

La comunidades Nuevas Flores, Dos de Mayo, San Ignacio y San Andrés se localiza en la en la céntrica de la selva del Perú, en la distrito de San Pablo perteneciente provincia de Bellavista, en la Región de San Martín, a una distancia aproximada de 153.6 km de la ciudad de Tarapoto, estando rodeada zonas de cultivo de arroz.

##### **4.1.2. Vivienda**

En esta zona de estudio 275 lotes ocupados por viviendas rústicas cuyo material predominante de sus muros es el adobe y el techo está constituido por vigas de madera con cobertura de planchas de calamina; también se pudo apreciar viviendas de material noble. En promedio las viviendas tienen 03 ambientes,

##### **4.1.3. Actividades principales y niveles de vida.**

La principal actividad del poblador de la localidad beneficiada es la agricultura y ganadería, siendo sus principales productos los de pan de llevar son: maíz, frejol, arroz, plátano, yuca, frutales, y pastos. La ganadería se da en media escala, siendo el ganado vacuno, porcino y aves de corral para su propio consumo y venta.

##### **4.1.4. Población**

La población actual se obtuvo tomando como base la población de la encuesta censal realizada por el consultor privado en el año 2016. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Número de habitantes*

Localidades	Nº Familias	Habitantes
San Andrés	63.00	378
Dos De Mayo	115.00	690
San Ignacio	42.00	252
Nuevas Flores	55.00	330
Total	275.00	1,650

Elaborado por: Consultor Privado

La zona de estudio, cuenta con una población actual aproximada de 1650 habitantes, con una densidad de 6 hab./vivienda. La tasa de crecimiento se obtuvo según los datos del INEI del año 2007 para el distrito de San Pablo que es 0.70 % , la norma nos indica al no haber información de las localidades sobre tasas de crecimiento se puede optar por la tasa de crecimiento de distrito.

#### 4.1.4.1. Proyección de la población en la zona de estudio

Para el cálculo de la población futura se ha utilizado el método geométrico, utilizando la expresión:

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

Donde:

Pf = 1897 habitantes Población futura

Po = 1650 (habitantes)

r = 0.70 (%) Tasa de Crecimiento INEI 2007 distrito de San Pablo

t = 20 años

**Tabla 8**

*Proyección de la población en la zona de estudio*

<b>Zona del proyecto</b>	<b>Población actual (Po)</b>	<b>Periodo de diseño (Años)</b>	<b>Tasa de crecimiento (%)</b>	<b>Población futura (Pf)</b>
San Andrés	378	20	0.70	435
Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores	1272	20	0.70	1462

Elaboración: Propia

## 4.2. Estudio de la demanda

### 3.2.1. Dotación de agua

Para este proyecto se optó por la dotación de 100 l/hab/día



### 3.2.2. Variaciones de consumo

#### Consumo promedio diario anual ( Qm )

**Tabla 9**

Consumo promedio diario anual

Consumo promedio diario anual ( Qm )			
Zona del proyecto	Población futura (Pf)	Dotación ( l / hab / día)	Consumo promedio diario Qm (l/s)
San Andrés	435	100	0.503
Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores	1462	100	1.692

Elaboración: Propia

#### Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

**Tabla 10**

Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

Consumo máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)					
Zona del proyecto	Consumo promedio diario Qm (l/s)	k1	k2	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
San Andrés	0.503	1.3	2.0	0.65	2.20
Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores	1.692	1.3	2.0	1.01	3.38

Elaboración: Propia

### 4.3. Estudio topográfico

#### 4.3.1. Introducción

En las comunidades de Andrés, Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores , se realizó un estudio topográfico que permita caracterizar la superficie del terreno a nivel de detalle incluyendo manzanas, lotes, viviendas y curvas de nivel. El estudio topográfico comprende: el levantamiento del Sector mismo y la vía de acceso .Las escalas adoptadas para la elaboración de los planos topográficos son los requeridos para los diseños en la construcción del sistema de agua potable. Se está trabajando en el Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator), Datum horizontal Sistema Geodésico Mundial WGS-84.

#### **4.3.2. Objetivo**

Obtener el plano topográfico que defina las características físicas y considerando un plano a escala adecuada que represente las manzanas, coordenadas, calles, curvas de nivel, etc, del área en estudio, de esta manera proyectar correctamente el diseño de las obras futuras.

#### **4.3.3. Metodología de trabajo**

A continuación, se describen las actividades propias de Topografía realizadas en el sector.

Levantamiento topográfico, correspondiente al sitio de interés donde se diseñarán las obras de este proyecto. Cálculo de las coordenadas de los puntos de apoyo (BM) para el control planimétrico y altimétrico haciendo uso de una estación total.

Se ubicó una poligonal de apoyo (BM) para control planímetro, y descrita su ubicación en los planos.

#### **4.3.4. Trabajos de campo**

Los trabajos topográficos fueron realizados en su totalidad por equipo del tesista, quienes tuvieron bajo su responsabilidad las siguientes actividades:

- a) Programar, coordinar y controlar las diferentes etapas de las labores de campo y de gabinete.
- b) Realizar las actividades necesarias para la toma de la información y la generación de cálculos, informe y planos necesarios para el proyecto.
- c) Ubicar los puntos de control planimétrico y altimétrico en lugares apropiados los cuales se especifican en los planos.

#### **4.3.5. Reconocimiento del área de estudio**

Se realizó el recorrido de campo identificando los accesos de la zona, linderos, construcciones existentes y las posibles obras a diseñar, además se ubicó la posición de los puntos de control horizontal y vertical que nos sirvieron de apoyo para realizar el levantamiento topográfico.

#### 4.3.6. Red de control horizontal

Para el control de la red horizontal se han ubicado en puntos que faciliten posteriormente el replanteo, tomado como referencias coordenadas obtenidas con GPS navegador. A continuación, se presenta las coordenadas de todos los puntos BM.

**Tabla 11**

*Tabla de BMS*

Punto	Este (X)	Norte (Y)	Cota (Z)
BM -1	330825.001	9250498.953	316.59
BM -2	330455.633	9250161.917	295.413
BM -3	330055.144	9249813.891	287.495
BM -4	330097.560	9249683.977	301.236
BM -5	330361.564	9249140.501	292.356
BM -6	330432.612	9248682.973	292.129
BM -7	330383.524	9248245.020	290.365
BM -8	330732.801	9248285.839	292.514
BM -9	330992.831	9248304.193	285.193
BM -10	331233.560	9248224.499	310.268
BM -11	330230.763	9248008.540	292.147
BM -12	330037.899	9247849.607	295.365
BM -13	329769.824	9247685.789	295.777
BM -14	329634.540	9247606.510	293.457
BM -15	327468.468	9247961.418	307.865
BM -16	327693.388	9247975.543	274.368

Elaboración: Propia

#### 4.3.7. Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico

Primeramente, se hizo una inspección ocular de la zona para determinar las características del entorno. Luego el levantamiento topográfico que se realizó estación total; con se desarrolló a partir de los puntos de control empezando desde el área libre que está en la parte norte del Sector (indicada en el plano)

#### 4.3.8. Equipo de topografía

Para el desarrollo de las actividades de campo, se contó con (01) Brigada de Topografía la cual contaba con el siguiente personal:

Uno (01) Técnico Topógrafo

Uno (01) Asistente de Campo

Cuatro (03) ayudantes – Prismeros

#### **4.3.9. Instrumentos utilizados**

Para la realización efectiva y cumpliendo los programas de trabajo planteados es que se contó en la zona de estudio con los equipos y materiales que se detallan a continuación:

Una (01) Estación Total Topcon ES-105

Tres (03) Bastones porta prisma.

Uno (01) Trípode.

Cuatro (04) Radios de comunicación Motorola.

Una (01) Cámara Digital para el Registro.

Uno (01) GPS Navegador marca Garmin.

Una (01) laptop

#### **4.3.10. Trabajos de gabinete**

La información obtenida en el campo fue procesada de la siguiente manera:

Los datos del levantamiento topográfico, descargados de la estación total en formato “.csv” fueron llevados al programa AutoCAD Civil 3D 2018 donde se elabora una malla o matriz de interpolación y el programa reproduce las curvas de nivel del terreno en 3 dimensiones, así mismo ubica los puntos tomados como coordenadas en el espacio.

#### **4.3.11. Resultados**

Luego del procesamiento de datos se obtuvieron los siguientes resultados:

La zona de estudio posee un perímetro de 15255.00 m y un área de 344.47 has, ubicándose entre las cotas 325.00 y 280.00 m.s.n.m. Para llegar a la zona del proyecto se va por la carretera Fernando Belaunde Terry hasta llegar a la ciudad de Bellavista, luego se prosigue por la carretera de San José de Sisa hasta llegar a la localidad San Pablo, se dobla hacia la

derecha , pasando por el puente de la represa del canal de riego San José de Sisa, ingresando 7.2 km por el camino rural hasta llegar la localidad de San Andrés ; se continua a 1.5 km hasta llegar a la localidad de San Ignacio ;luego se continua y se llegara a la localidad de Dos Mayo , finalmente se prosigue con dirección y una distancia de 1.40 km hasta la localidad de Nueva Flores . En esta zona de estudio existen en la localidad de San Andrés, 63 lotes ; en la localidad Dos de Mayo , 115 lotes ; En la localidad de San Ignacio , 42 lotes y la localidad de Nueva Flores 55 lotes. El material predominante de las viviendas son muros de adobe y sus techos están constituidos por vigas de madera con cobertura de planchas de calamina. En promedio las viviendas tienen 03 ambientes.

#### **4.4. Estudio de mecánica de suelos**

##### **4.4.1. Introducción**

El presente estudio que se desarrolla en los parámetros de mecánica de suelos, es el resultado obtenido del estudio realizado en la comprensión del área de estudio.

Se analizaron los suelos que subyacen a la superficie y ejecutar el respectivo análisis a través de laboratorio y pruebas in-situ a fin de obtener el tipo y calidad del suelo, la capacidad portante del suelo y efectuar finalmente las recomendaciones del tipo de cimentaciones a usarse en el proceso constructivo.

##### **4.4.2. Objetivo**

Determinar las características del terreno, para luego definir el tipo de cimentación apropiada y emitir recomendaciones que garanticen la estabilidad del proyecto.

##### **4.4.3. Metodología de trabajo**

Los trabajos de exploración de suelo y los ensayos en campo y laboratorio efectuados de los materiales del lugar, tienen por objetivo determinar las características físicas y mecánicas de los suelos al área de estudio a fin de establecer la Capacidad portante del suelo ante las cargas impuestas por la estructura proyectada.

El informe de mecánica de suelos se ha realizado en conformidad con la Norma E.0.50 Suelos y Cimentación. El presente informe contiene los resultados de los ensayos In-Situ practicado en la excavación, los resultados de los ensayos de laboratorio, el cálculo de la capacidad portante, así como las conclusiones y recomendaciones.

#### **4.4.4. Investigaciones realizadas**

El programa desarrollado en campo, ha sido elaborado específicamente con la finalidad de obtener información de la conformación existente de la cimentación donde se ejecutará la obra, así como la formación estratigráfica de los suelos subyacentes, y evaluar las propiedades físicas y mecánicas que tiene estos, cuando son sometidos a esfuerzo en general. Las investigaciones se han realizado por medio de una excavación de calicatas a cielo abierto transmitirán, así como presiones de contacto entre cimentaciones y estructuras.

#### **4.4.5 Método de exploración.**

El método de exploración empleado, ha sido practicado a través de una calicata a cielo abierto. Las calicatas tienen una profundidad de 2.50 a 3.00m. Desde la rasante actual del terreno, compatibilizando con la magnitud de carga que incidirá el terreno y la zona activa de presiones. La ubicación de las calicatas de sondeo se ha determinado de tal manera que sean representativas dentro de la superficie estudiada y en función a la aplicación de las fuerzas y fuerzas activos exteriores.

#### **4.6 investigaciones en laboratorio**

Con el objeto de determinar las características físicas y mecánicas de las nuevas extraídas de las calicatas, se han procedido a determinar lo siguiente:

Descripción Visual Manual.

Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

Contenido de Humedad

Contenido de sales solubles

Limite Líquido y Limite Plástico.

Peso Específico de los Suelos.

Corte Directo.

**Tabla 12***Ubicación de calicatas*

Calicata Muestra	Cordenadas		Cota m.s.n.m	Observaciones
	Este	Norte		
C-01	330905.760	9250562.018	325.00	Captación
C-02	330861.930	9250521.044	317.290	Planta De Tratamiento
C-03	330319.339	9248930.135	310.00	Reservorio
C-04	330539.646	9250220.014	298.49	Calicata Km 0+500
C-05	330115.779	9249969.598	285.05	Calicata Km 1+000
C-06	330183.317	9249539.153	291.60	Calicata Km 1+500
C-07	330374.659	9249077.213	293.49	Calicata Km 2+000
C-08	330417.205	9248650.957	292.563	Calicata 01:Línea De Distribucion Dos De Mayo
C-09	330392.721	9248285.913	290.562	Calicata 02:Línea De Distribución Dos De Mayo
C-10	331145.281	9248134.317	284.132	Calicata 01:Línea De Distribucion Nuevas Flores
C-11	331332.660	9248103.098	285.321	Calicata 02:Línea De Distribución Nuevas Flores
C-12	329757.589	9247716.942	293.364	Calicata 01:Línea De Distribución San Ignacio
C-13	329644.611	9247635.223	293.126	Calicata 02:Línea De Distribución San Ignacio
C-14	327455.954	9247976.849	308.523	Planta De Tratamiento San Andrés
C-15	327481.894	9247961.325	307.215	Reservorio San Andrés
C-16	327612.502	9247894.593	278.294	Calicata 01 :Línea De Distribución San Andrés
C-17	327753.685	9247894.7593	279.435	Calicata 02:Línea De Distribución San Andrés

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.7. Análisis del perfil estratigráfico

Las calicatas presentan los siguientes perfiles estratigráficos:

**Tabla 13**

*Perfil estratigráfico calicata 01 (C-1)*

Profundidad	C-1
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Arena Arcillosa A-2-6 (0) Sc

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-01(Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 14**

*Perfil estratigráfico calicata 02 (C-2)*

Profundidad	C-2
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Arcilla Inorgánica A-6 (0) Cl

Fuente Anexo 7 - Clasificación De Suelos SUCS C-02. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 15**

*Perfil estratigráfico calicata 03 (C-3)*

Profundidad	C-3
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Limo Inorgánico A-4 (6) Ml

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-03. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 16**

*Perfil estratigráfico calicata 04 (C-4)*

Profundidad	C-4
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-1.50	Arena Arcillosa A-6(7) Cl

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-04- Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel

**Tabla 17**

*Perfil estratigráfico calicata 05 (C-5)*

Profundida	C-5
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-1.50	Arena Arcillosa A-2-6 (0) Sc

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-05. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)



**Tabla 18***Perfil estratigráfico calicata 06 (C-6)*

Profundida	C-6
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-1.50	Arcilla Inorgánica A-6 (5) Cl

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-06. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 19***Perfil estratigráfico calicata 07 (C-7)*

Profundida	C-7
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-1.50	Limo InOrgánica A-4(6) MI

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-07. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 20***Perfil estratigráfico calicata 08 (C-8)*

Profundidad	C-8
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Arcilla Limosa A-4 (4) Cl-MI

Fuente Anexo 5- Clasificación De Suelos SUCS C-08. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 21***Perfil estratigráfico calicata 09 (C-09)*

Profundidad	C-09
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Limo Inorgánico A-4 (7) MI

Fuente Anexo 5- Clasificación De Suelos SUCS C-09. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 22***Perfil estratigráfico calicata 10 (C-10)*

Profundidad	C-10
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Arcilla Limosa A-4 (5) Cl-MI

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-10. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 23***Perfil estratigráfico calicata 11 (C-11)*

Profundidad	C-11
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Arena Arcillosa A-4 (0) Sc

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-11. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 24***Perfil estratigráfico calicata 12 (C-12)*

Profundida	C-12
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Arcilla Inorgánica A-6 (7) Cl

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-12. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 25***Perfil estratigráfico calicata 13 (C-13)*

Profundidad	C-13
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Limo Inorgánico A-4 (8) MI

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-13. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 26***Perfil estratigráfico calicata 14 (C-14)*

Profundidad	C-14
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Arcilla Inorgánico A-6 (10) Cl

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-14. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 27***Perfil estratigráfico calicata 15 (C-15)*

Profundida	C-15
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-3.00	Arcilla Inorgánica A-4 (6) Cl

Fuente Anexo 5- Clasificación De Suelos SUCS C-15. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 28***Perfil estratigráfico calicata 16 (C-16)*

Profundida	C-16
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Limo Inorgánico A-4 (8) MI

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-16. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**Tabla 29***Perfil estratigráfico calicata 17 (C-17)*

Profundida	C-17
0.00-0.20	Materia Orgánica O Turba Sp
0.20-2.00	Limo Inorgánico A-6 (8) MI

Fuente Anexo 7- Clasificación De Suelos SUCS C-17. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

#### 4.4.7. Trabajo de laboratorio

En la exploración del subsuelo se tomó una muestra del estrato de campo para su posterior clasificación en el laboratorio determinando los siguientes parámetros:

##### 4.4.7.1 Descripción visual manual

La descripción visual de las calicatas se desarrolla por los motivos de diferenciar los tipos de estratos que se encuentran en las mismas en las que predominan arenas mal graduadas y en la parte baja arcilla poco expansible.

##### 4.4.7.2 Análisis granulométrico

En el ensayo granulométrico de las muestras, recolectadas a lo largo de todo el perfil estratigráfico, se obtuvieron los siguientes resultados:

C-1: Mayor presencia Arena arcillosa de consistencia semi dura de color marrón SUCS= SC y AASHTO= A-2-6 (0).

C-2: Mayor presencia Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia semi dura de color Marrón SUCS= CL – y AASHTO= A-6 (10).

C-3: Mayor presencia Limo inorgánico de consistencia semi dura de color Marrón. SUCS= ML y AASHTO= A-4(6).

C-4: Mayor presencia arcilla inorgánica de consistencia semi dura de color Marrón

SUCS= CL y AASHTO= A-6 (7).

C-5: Mayor presencia de Arena arcillosa de consistencia semi dura de color marrón

SUCS= SC y AASHTO= A-2-6 (0)

C-6: Mayor presencia arcilla inorgánica de consistencia semi dura de color marrón oscuro

SUCS= CL y AASHTO= A-6 (5).

C-7: Mayor presencia Limo inorgánico de consistencia semi dura de color marrón claro

SUCS= ML y AASHTO= A-4(6).

C-8: Mayor presencia Arcilla limoso de consistencia semi dura de color beige oscuro SUCS= CL-MLy AASHTO= A-4

C-9: Mayor presencia limo inorgánico de consistencia semi dura de color rojizo, SUCS= MLy AASHTO= A-4 (7).

C-10: Mayor presencia Arcilla limoso de consistencia semi dura de color marron claro. SUCS= CL-ML y AASHTO= A-4 (5).

C-11: Mayor presencia Arena arcillosa de consistencia semi dura de color beige oscuro SUCS= SC y AASHTO= A-4(0).

C-12: Mayor presencia Arcilla inorgánica de consistencia semi dura de color gris.

SUCS= CL y AASHTO= A-6(7).

C-13: Mayor presencia limo inorgánico de consistencia semi dura de color marrón. SUCS= ML y AASHTO= A-4 (8).

C-14: Mayor presencia Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia semi dura de color Marrón. SUCS= CL – y AASHTO= A-6 (10).

C-15: Mayor presencia Arcilla inorgánica de baja plasticidad de consistencia semi dura de color Marrón SUCS= CL – y AASHTO= A-4 (6).

C-16: Mayor presencia limo inorgánico de consistencia semi dura de color gris. SUCS= ML y AASHTO= A-4(8).

C-17: Mayor presencia limo inorgánico de consistencia semi dura de color marrón, SUCS= ML y AASHTO= A-6 (8).

#### **4.4.7.3. Contenido de humedad**

Según los análisis correspondientes, el porcentaje de humedad natural del estrato, presentan:

**Tabla 30***Tabla de contenido de humedad*

Calicatas	Contenido De Humedad (%)
Calicata -01	12.01
Calicata -02	21.70
Calicata -03	22.50
Calicata -04	12.42
Calicata -05	10.85
Calicata -06	18.15
Calicata -07	17.65
Calicata -08	8.11
Calicata -09	16.66
Calicata -10	9.94
Calicata -11	22.60
Calicata -12	11.04
Calicata -13	9.65
Calicata -14	22.08
Calicata -15	16.07
Calicata -16	13.24
Calicata -17	17.36

Fuente Anexo 7- Contenido de Humedad

Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel

**4.4.7.4 Contenido de sales solubles en agregados****Tabla 31***Contenido de sales solubles*

Calicatas	Contenido De Sales Solubles (%)
Calicata -01	0.045
Calicata -02	0.043
Calicata -03	0.053
Calicata -14	0.049
Calicata -15	0.038

Fuente Anexo 7- Contenido de sales soluble. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**4.4.7.5 Límite Líquido Y Límite Plástico.**

De igual manera se determinó los límites de consistencia, como son limite líquido y limite plástico, presentando lo siguiente:

**Tabla 32***Límite de atterberg*

Calicatas	Limite Liquido (Ll)	Limite Plastico (Lp)	Indice De Plasticidad (Ip)
Calicata -01	27.49	15.53	11.96
Calicata -02	37.77	22.27	15.50
Calicata -03	27.79	23.55	4.24
Calicata -04	39.06	24.74	14.32
Calicata -05	35.77	23.08	12.69
Calicata -06	35.95	23.82	12.13
Calicata -07	34.07	25.17	8.90
Calicata -08	24.04	18.09	5.95
Calicata -09	27.10	22.19	4.91
Calicata -10	23.92	18.37	5.55
Calicata -11	27.24	19.23	8.01
Calicata -12	34.76	23.66	11.10
Calicata -13	29.89	25.17	4.72
Calicata -14	40.07	24.33	15.74
Calicata -15	30.09	22.06	7.49
Calicata -16	33.43	24.04	9.393
Calicata -17	36.12	25	11.12

Fuente Anexo 7- Limite de Atteberg. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

**4.4.7.6. Peso específico****Tabla 33***Peso específico*

Calicatas	Peso Especifico (g/cm3)
Calicata -01	2.146
Calicata -02	2.055
Calicata -03	2.080
Calicata -14	1.863
Calicata -15	2.039

Fuente Anexo 7- Peso Especifico. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

#### 4.4.7.7 .Capacidad portante y admisible

**Tabla 34**

*Angulo de Fricción*

Calicatas	Angulo De Fricción
Calicata -01	25 °
Calicata -02	22°
Calicata -03	23°
Calicata -14	22°
Calicata -15	21°

Fuente Anexo 7- Corte directo. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

Para la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de Terzaghi para el caso de zapatas aisladas (cuadradas) y cimientos corridos.

De donde:

$Q_{ult}$  = Capacidad Ultimad de Carga

$Q_{adm}$  = Capacidad Ultimad de Carga

$F_s$  = Factor de Seguridad

$\gamma_d$  = Peso específico o densidad natural seca (kg/cm<sup>3</sup>)

$B$  = Ancho de Cimentación.

$D_f$  = Profundidad de Cimentación.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de Capacidad de Carga

**Tabla 35**

*Capacidad portante*

Calicatas	Capacidad Portante (Kg/cm <sup>2</sup> )
Calicata -01	0.98
Calicata -02	0.89
Calicata -03	0.77
Calicata -14	0.88
Calicata -15	0.89

Fuente Anexo 7- Capacidad portante. (Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel)

#### 4.5.8. Resultados

La estratigrafía horizontal es homogénea no existiendo cambios sustanciales, el tipo de suelo predominante al nivel de cimentación es arena arcillosa y arcilla inorgánica de mediana plasticidad, suelo húmedo medianamente compacto. La capacidad portante optada en la calicata donde se van ubicar la estructuras (Reservorios, filtro lento), esta una profundidad de 3.00 m de los cuales resultaron :

Calicata -01	0.98	Captación
Calicata -02	0.89	planta de tratamiento
Calicata -03	0.77	reservorio
Calicata -14	0.88	planta de tratamiento San Andrés
Calicata -15	0.89	reservorio San Andrés

El suelo presenta características favorables para una buena cimentación, de estructuras de concreto armado.

### 4.5. Diseño de los elementos del sistema de agua potable

#### 4.5.1. Caudal de avenida

Al realizar el afora de la quebrada Inshagayacu el caudal disponible en épocas de escasez de lluvias es 0.101 m<sup>3</sup>/s

#### 4.5.2. Captación

Para el sistema de abastecimiento de agua potable se optó captación barraje fijo sin canal de derivación

-Un barraje de 3.60 m de longitud

-la altura de barraje de 1.1 m



### 4.6.3. Planta de tratamiento

#### 4.6.3.1. Pre Filtro de las comunidades Dos de Mayo, Nuevas Flores y San Ignacio

**Tabla 36**

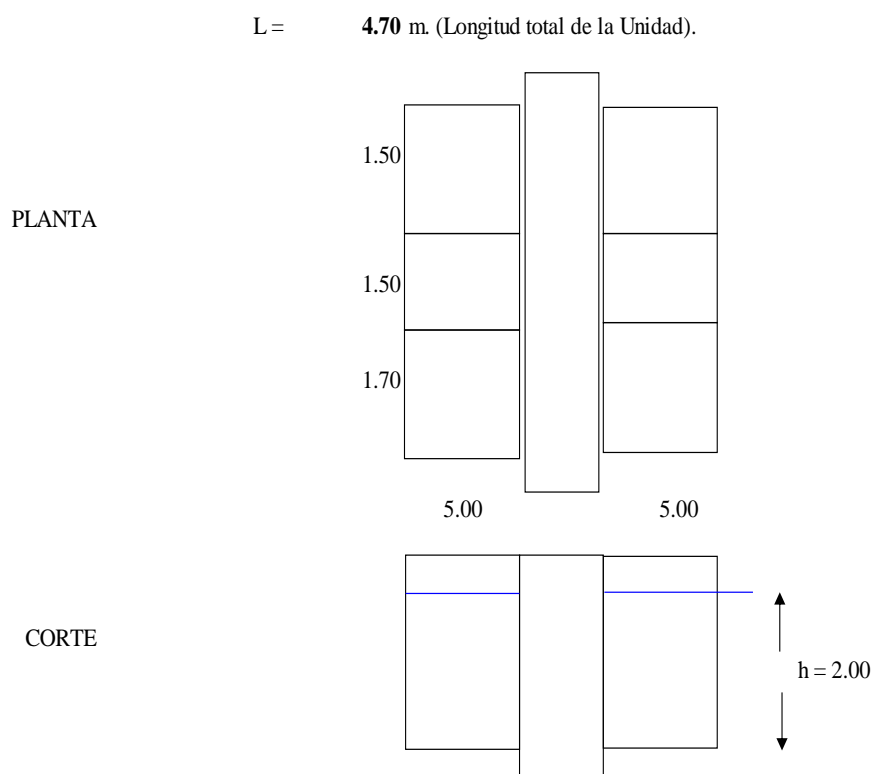
*Pre Filtro de las comunidades Dos de Mayo, Nuevas Flores y San Ignacio*

Longitud Primer Tramo	L1 =	1.50	M
Longitud Segundo Tramo	L2 =	1.50	M
Longitud Tercer Tramo	L3 =	1.70	M
Ancho Del Sedimentador	B =	5.00	M
Altura Del Material	H =	2.32	M
Longitud A Considerar	L =	1.70	M
Borde Libre	Bl =	1.03	M
Altura Total	H =	3.35	M

Fuente: Propia

#### 4.6.3.2. Filtro lento

##### Diseño de filtro lento San Andrés



**Figura 34.** Diseño Filtro lento San Andrés (Elaboración: Propia)

**Tabla 37***Tabla de datos de diseño de filtro lento San Andrés*

	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos
1	Caudal de diseño	Q	lts/se g		1.01
2	Altura de cada unidad	H	m		3.4
3	Número de unidades	N	adim	Asumido	2
4	Velocidad de filtración	$V_f$	m/h	Asumido	0.3
5	Espesor capa de arena extraída en c/raspada	E	m	Asumido	0.02
6	Número de raspados por año	n	adim	Asumido	6
7	Area del medio filtrante de cada unidad	A S	m <sup>2</sup>	$AS = Q / (N * V_f)$	6.06
8	Coefficiente de mínimo costo	K	adim	$K = (2 * N) / (N + 1)$	1.33
9	Largo de cada unidad	L	m	$L = (AS * K)^{(1/2)}$	2.90
10	Ancho de cada unidad	B	m	$B = (AS / K)^{(1/2)}$	2.20
11	Espesor del muro	T	m		0.25
12	Volumen del depósito para almacenar arena durante 2 años	V	m <sup>3</sup>	$V = 2 * L * B * E * n$	1.531 2
13	Vel.de Filtración Real	$V_R$	m/h	$V = Q / (2 * L * B)$	0.285

Elaborado : Gonzales Garcia, Jorge Miguel. Fuente: Anexo 4

**Diseño filtro lento Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores****Tabla 38***Tabla de datos de diseño de filtro lento Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores*

	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos
1	Caudal de diseño	Q	lts/s eg		2.2
2	Altura de cada unidad	H	m		3.4
3	Número de unidades	N	adi m	Asumido	2
4	Velocidad de filtración	$V_f$	m/h	Asumido	0.3
5	Espesor capa de arena extraída en c/raspada	E	m	Asumido	0.02
6	Número de raspados por año	n	adi m	Asumido	6
7	Area del medio filtrante de cada unidad	A S	m <sup>2</sup>	$AS = Q / (N * V_f)$	13.2 0

	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos
8	Coeficiente de mínimo costo	K	adi m	$K = (2*N) / (N+1)$	1.33
9	Largo de cada unidad	L	m	$L = (AS*K)^{(1/2)}$	4.20
10	Ancho de cada unidad	B	m	$B = (AS/K)^{(1/2)}$	3.20
11	Espesor del muro	T	m		0.25
12	Volumen del depósito para almacenar arena durante 2 años	V	m <sup>3</sup>	$V = 2*L*B*E*n$	3.22 56
13	Vel.de Filtración Real	V R	m/h	$V = Q/(2*L*B)$	0.29 5

Elaboración propia. Fuente: Anexo 5

#### 4.5.4. Reservorio

##### 4.4.4.1. Volumen de reservorio

Esta calculada por la siguiente formula

$$V_{\text{reservorio}} = V_{\text{regulación}} + V_{\text{reserva}}$$

$$V_{\text{reservorio}} = 0.25 * Q_{md} + 0.07 * Q_{md}$$

Donde :

V reservorio: Volumen de reservorio

Qmd :Caudal máximo diario

Volumen de reservorio San Andrés: 20.00 m<sup>3</sup> ; dimensiones 2.1 m de radio por 1.4 m de alto

Volumen de reservorio Dos de mayo, San Ignacio, Nuevas Flores: 65.00 m<sup>3</sup>; dimensiones 3.00 m de radio por 2.3 m de alto

#### 4.5.5. Sistema De Cloración Por Goteo

Se realizará la desinfección de agua con 2 mg/lit de hipoclorito de calcio

San Andrés

Volumen de bidón : 60 lts ; Demanda de solución por g/s 16

Dos de mayo, San Ignacio, Nuevas Flores

Volumen de bidón : 120 lts ; Demanda de solución por g/s 54

#### **4.5.5. Diseño de la línea de conducción : captación-reservorio**

Para el cálculo de la línea de conducción se utilizó el caudal máximo diario (Qmd) para un periodo de diseño calculado de 20 años el cual es :

Para la captación de la localidad de San Andrés, se realizó una ampliación de la red de agua de San Pablo. que tiene una tubería de 8", con un caudal de 10.59 l/s el cual se desvía por una tubería de 4", su Qmd : 0.65 l/s.

De utilizo tubería PVC SAP, la cual esta enterrada de clase 7.5 con un diámetro de 1"

Para las localidades de Dos de Mayo , San Ignacio y Nuevas Flores , se capto de la quebrada Inshagayacu, su Qmd : 2.2 l/s. También se utilizo tubería PVC SAP, la cual esta enterrada de clase 7.5 con un diámetro de 2.5" y 3".

Con dicho caudal se procedió a calcular el resto de datos:

a. Velocidad :

$$V = 1.9735 * \left( \frac{Q_{diseño}}{(D/25.4)^2} \right)$$

Dónde:

Q en (l/s) y D en (mm)

b. Pérdida de carga unitaria:

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 * (D/25.4)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Dónde: Q en (l/s) y D en (mm)

c. Pérdida de carga por tramo:

$$hf = L * Hf$$

Donde:

L= Longitud del tramo

hf= Pérdida de carga unitaria

d. Cota piezométrica inicial:

Es la presión disponible en ese punto en (m.s.n.m).

e. Cota piezométrica final:

Cota piezométrica final = Cota piezométrica inicial – Pérdida de carga por tramo.

f. Presión final:

Presión Final = Cota piezométrica final – Cota de terreno final

Los diámetros que se utilizaron fue el diámetro interior el se encuentra del catálogo de tubería Pavco , esto se utilizara para la línea de conducción , línea de aducción y red de distribución.

**Tabla 39**

*Relación de tubería que se utilizó en el proyecto*

Espesor mm	Diametro interior mm	Diametro nominal mm	Diametro nominal (pulg)
---	---	---	---
0	21.00	21	1/2"
0	26.50	26.5	3/4"
0	33.00	33	1"
1.8	44.40	48	1 1/2"
2.2	55.60	60	2"
2.6	67.80	73	2 1/2"
3.2	82.10	88.5	3"
4.1	105.80	114	4"
6.1	155.80	168	6"

Elaboración propia

### Línea de conducción de la comunidad de San Andrés

**Tabla 40**

*Tabla de resultados de la línea de conducción de la comunidad de San Andrés*

Tramo (*)	Longitud Parcela (m)	Caudal (Q) (l/s)	Cota del terreno		Diámetro (D) (Pulg)	Diámetro (D) (mm)	Velocidad V (m/s)	Pérdida de carga unitaria hf (m)	Pérdida de carga tra mo Hf (m)	Cota de piezometría		Presión Final (m)
			Inicial	Final						Inicial	Final	
			m.s. n.m.	m.s. n.m.						(ms nm)	(ms nm)	
LE - FL	55.35	0.65	315.13	308.37	1.00	33	0.760	0.0205	6.31	330.00	323.69	15.32
FL - T-1	30.22	0.65	308.37	308.28	1.00	33	0.760	0.0205	6.31	323.69	317.38	9.10

Elaboración propia. Fuente : Anexo 4

### Línea de conducción de las comunidad Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores

**Tabla 41**

*Tabla de resultados de la línea de conducción de las comunidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores*

TRAMO (*)	Longitud Parcela (m)	Caudal (Q) (l/s)	Cota del terreno		Diámetro (D) (Pulg)	Diámetro (D) (mm)	Velocidad V (m/s)	Pérdida de carga unitaria hf (m)	Pérdida de carga tra mo Hf (m)	Cota de piezometría		Presión Final (m)
			Inicial	Final						Inicial	Final	
			m.s. n.m.	m.s. n.m.						(ms nm)	(ms nm)	
CAP(01) - FL	67.19	2.20	325.00	317.10	2.50	67.80	0.609	0.059	0.39	325.00	324.61	7.51
FL - K1	629.77	2.20	317.10	292.220	3.00	82.10	0.416	0.023	1.46	324.61	323.15	30.93
K1-K2	323.98	2.20	292.220	285.45	3.00	82.10	0.416	0.023	0.75	323.15	322.40	36.95
K2-K3	166.16	2.20	285.45	287.53	3.00	82.10	0.416	0.023	0.38	322.40	322.02	34.49
K3-K4	92.99	2.20	287.53	289.83	3.00	82.10	0.416	0.023	0.21	322.02	321.80	31.97

K4-K5	797. 08	2.2 0	289. 830	292. 80	3.00	82.1 0	0.41 6	0.0 023	1.8 4	321 .80	319 .96	27. 16
K5-R1	113. 71	2.2 0	292. 80	310. 00	3.00	82.1 0	0.41 6	0.0 023	0.2 6	319 .96	319 .70	9.7 0

Elaboración propia. Fuente: Anexo 5

#### 4.6.6. Diseño de la línea de aducción y la red de distribución

Para esta red se diseñó con el caudal máximo horario (Qmh) para un periodo de diseño de 20 años el cual es :

San Andrés ; Qmh : 1.01 l/s

Dos de mayo, San Ignacio, Nuevas Flores ; Qmh : 3.38 l/s

Se consideró que sea de PVC clase 7.5 ;dadas las características de comportamiento hidráulico del proyecto. Se optó por hacer un diseño de red cerrado y se usó el método de Hardy Cross y el uso de software de wáter cad.

Se utilizó el método del área\_designar los caudales en los sistema de agua potable

a. Caudal en el nudo

$$Q_i = Q_u \times A_i$$

Donde :

$Q_i$  =Caudal en el nudo “i” en l/s.

$Q_u$  =Caudal unitario superficial en l/s.

$A_i$ = Area de influencia del nudo “i” m<sup>2</sup>

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{A_t}$$

Donde :

$A_t$  = Superficie total del proyecto (m<sup>2</sup>)

$Q_{mh}$  = Consumo máximo horario en l/s.

### Método de área de la comunidad San Andrés

**Tabla 42**

*Resultado del método de área de la localidad de San Andrés*

Nudos	Qmh	Area M2	Area total M2	Qdiseño
1	1.01	9800	126862	0.078022
2	1.01	1654	126862	0.013168
3	1.01	5232	126862	0.041654
4	1.01	1850	126862	0.014729
5	1.01	3521	126862	0.028032
6	1.01	10311	126862	0.08209
7	1.01	5563	126862	0.044289
8	1.01	1635	126862	0.013017
9	1.01	648	126862	0.005159
10	1.01	1374	126862	0.010939
11	1.01	1976	126862	0.015732
12	1.01	4706	126862	0.037466
13	1.01	1527	126862	0.012157
14	1.01	2469	126862	0.019657
15	1.01	2346	126862	0.018677
16	1.01	1852	126862	0.014745
17	1.01	694	126862	0.005525
18	1.01	1721	126862	0.013702
19	1.01	444	126862	0.003535
20	1.01	3377	126862	0.026886
21	1.01	7747	126862	0.061677
22	1.01	3285	126862	0.026153
23	1.01	2252	126862	0.017929
24	1.01	632	126862	0.005032
25	1.01	4133	126862	0.032904
26	1.01	7398	126862	0.058898
27	1.01	708	126862	0.005637
28	1.01	1477	126862	0.011759
29	1.01	1506	126862	0.01199
30	1.01	3813	126862	0.030357
31	1.01	6638	126862	0.052848
32	1.01	3352	126862	0.026687
33	1.01	2190	126862	0.017435
34	1.01	613	126862	0.00488
35	1.01	4506	126862	0.035874
36	1.01	6052	126862	0.048182



Nudos	Qmh	Area M2	Area total M2	Qdiseño
37	1.01	7310	126862	0.058198
38	1.01	550	126862	0.004379
<b>Total</b>		126862		1.01

Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel. Fuente: Anexo 4

### Método de área de las comunidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores

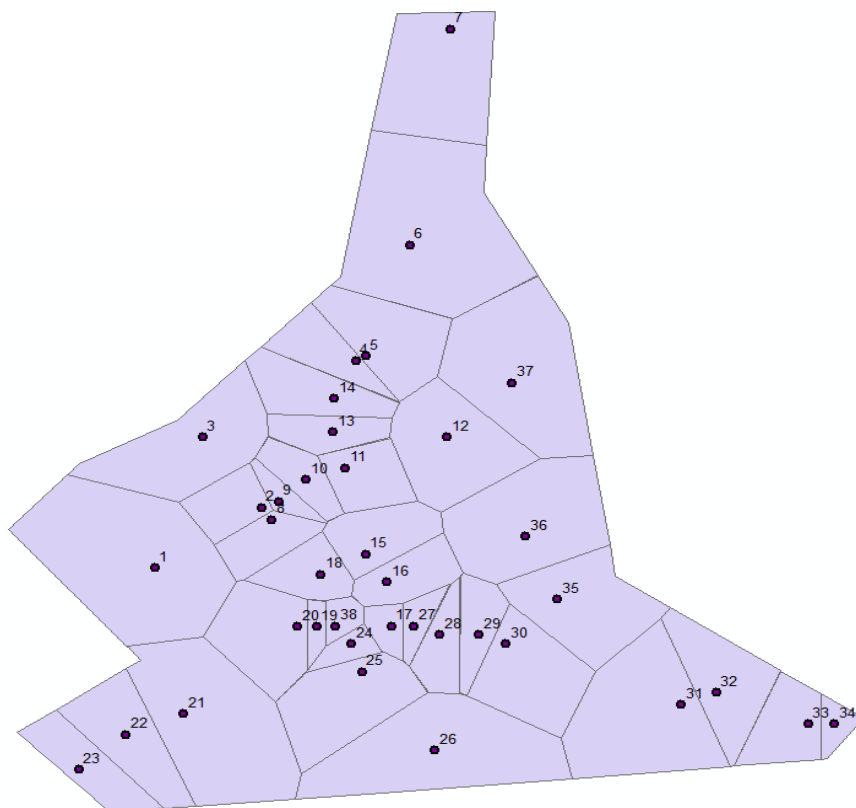
**Tabla 43**

*Resultado del método de área las comunidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores*

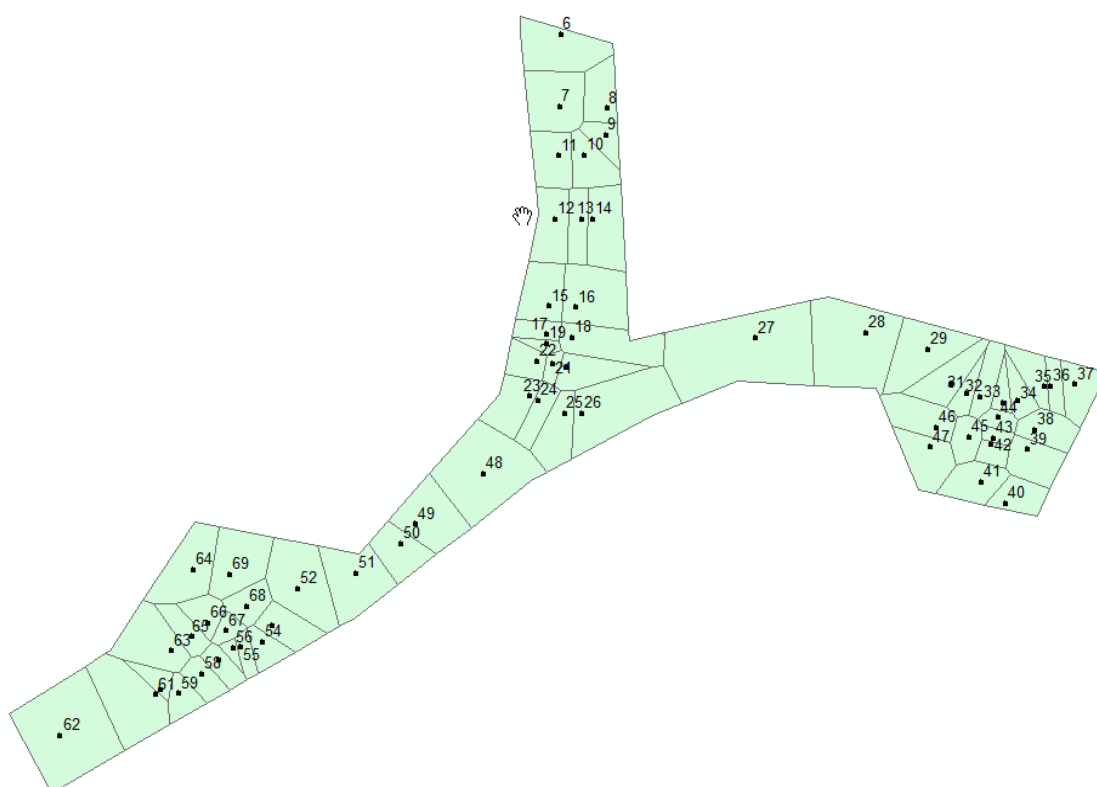
Nudos	Qmh	Area m2	Area total	Q diseño
6	3.38	14113.99964	590653.22	0.080767
7	3.38	13637.6878	590653.22	0.078041
8	3.38	7484.757958	590653.22	0.042831
9	3.38	4208.00284	590653.22	0.02408
10	3.38	7649.022076	590653.22	0.043771
11	3.38	8717.210281	590653.22	0.049884
12	3.38	10167.66101	590653.22	0.058184
13	3.38	5666.887914	590653.22	0.032429
14	3.38	11685.79282	590653.22	0.066872
15	3.38	9634.986518	590653.22	0.055136
16	3.38	15067.42522	590653.22	0.086223
17	3.38	3451.709872	590653.22	0.019752
18	3.38	12676.15958	590653.22	0.072539
19	3.38	1792.329624	590653.22	0.010257
20	3.38	8107.361254	590653.22	0.046394
21	3.38	1866.223142	590653.22	0.010679
22	3.38	4856.820642	590653.22	0.027793
23	3.38	8831.99788	590653.22	0.050541
26	3.38	21976.13312	590653.22	0.125758
27	3.38	41495.6504	590653.22	0.237458
28	3.38	27421.0307	590653.22	0.156916
29	3.38	14587.4951	590653.22	0.083477
31	3.38	8515.999269	590653.22	0.048733
32	3.38	3421.742011	590653.22	0.019581
33	3.38	5594.307831	590653.22	0.032013
34	3.38	4189.470084	590653.22	0.023974
35	3.38	5701.030015	590653.22	0.032624

Nudos	Qmh	Area m2	Area total	Q diseño
36	3.38	3392.565988	590653.22	0.019414
37	3.38	7233.32051	590653.22	0.041393
37	3.38	7127.023106	590653.22	0.040784
40	3.38	6386.02981	590653.22	0.036544
41	3.38	8131.221898	590653.22	0.046531
42	3.38	2829.80415	590653.22	0.016193
43	3.38	1735.300045	590653.22	0.00993
44	3.38	2548.875973	590653.22	0.014586
44	3.38	2620.079566	590653.22	0.014993
45	3.38	8265.177855	590653.22	0.047297
45	3.38	4802.566316	590653.22	0.027483
46	3.38	9551.840415	590653.22	0.05466
47	3.38	9665.802537	590653.22	0.055312
48	3.38	26218.56797	590653.22	0.150035
49	3.38	13233.8087	590653.22	0.07573
50	3.38	8685.939335	590653.22	0.049705
51	3.38	14690.37221	590653.22	0.084065
52	3.38	17620.34503	590653.22	0.100832
53	3.38	1298.536754	590653.22	0.007431
54	3.38	7281.304356	590653.22	0.041667
55	3.38	4428.184016	590653.22	0.02534
56	3.38	2607.97741	590653.22	0.014924
57	3.38	3955.238146	590653.22	0.022634
58	3.38	4796.451252	590653.22	0.027448
59	3.38	4476.432576	590653.22	0.025616
60	3.38	17599.43082	590653.22	0.100712
61	3.38	3088.577644	590653.22	0.017674
62	3.38	31706.38484	590653.22	0.181439
63	3.38	13188.12929	590653.22	0.075469
64	3.38	13853.30348	590653.22	0.079275
65	3.38	5199.094233	590653.22	0.029752
66	3.38	4798.851786	590653.22	0.027461
67	3.38	2559.910121	590653.22	0.014649
68	3.38	5630.010563	590653.22	0.032218
69	3.38	12851.89674	590653.22	0.073545
Total		590653.2158		3.379997

Elaboración: Propia . Fuente : Anexo 5



**Figura 35.** Distribución de caudales por el método de área de la localidad de San Andrés  
(Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel) (Fuente : Anexo 5)



**Figura 36.** Distribución de caudales por el método de área de las localidades Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores (Fuente : Anexo 3)

b. Velocidad :

$$V = 1.9735 * \left( \frac{Q_{\text{diseño}}}{(D/25.4)^2} \right)$$

Dónde: Q en (l/s) y D en (mm)

c. Pérdida de carga unitaria:

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 * (D/25.4)^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Dónde: Q en (l/s) y D en (mm)

d. Pérdida de carga por tramo:

$$hf = L * Hf$$

Donde:

L= Longitud del tramo

hf= Pérdida de carga unitaria

e. Cota piezométrica inicial:

Es la presión disponible en ese punto en (m.s.n.m).

f. Cota piezométrica final:

Cota piezométrica final = Cota piezométrica inicial – Pérdida de carga por tramo.

g. Presión final:

Presión Final = Cota piezométrica final – Cota de terreno final

**Línea de aducción y red de distribución de la localidad de San Andrés, analizados con el software Water Cad**

**Tabla 44**

*Resultado del diseño hidráulico la línea de aducción y red de distribución de la localidad de San Andrés*

Tramo		Longitud (Mtrs)	Caudal (L/S)	Cota (M.S.N.M)		Diametro - Water Cad V8i (Mm)	Velocidad (M/S)	Cota Piezometrica (M.S.N.M)		Presion (Mtrs. H2o)		
Inicial	Final			Tramo	Inicial			Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T-1	J-1	67.16	1.01	308.28	293.79	55.6	0.42	308.28	308.03		14.22	
J-1	J-2	75.13	0.93	293.79	275.80	55.6	0.38	308.03	307.80	14.22	31.93	
J-2	J-3	60.59	0.23	275.80	278.45	44.4	0.15	307.80	307.76	31.93	29.25	
J-3	J-4	104.65	0.18	278.45	276.48	33.0	0.21	307.76	307.55	29.25	31.01	
J-4	J-5	6.31	0.15	276.48	277.45	33.0	0.18	307.55	307.54	31.01	30.03	
J-5	J-6	82.56	0.13	277.45	278.76	33.0	0.15	307.54	307.46	30.03	28.64	
J-6	J-7	154.30	0.04	278.76	281.16	26.5	0.08	307.46	307.40	28.64	26.18	
J-2	J-8	10.69	0.69	275.80	274.49	44.4	0.45	307.80	307.74	31.93	33.18	
J-9	J-8	14.32	0.24	274.73	274.49	33.0	0.28	307.69	307.74	32.90	33.18	
J-9	J-10	22.38	0.24	274.73	274.48	33.0	0.28	307.69	307.62	32.90	33.08	
J-10	J-11	24.36	0.23	274.48	274.12	33.0	0.26	307.62	307.55	33.08	33.36	
J-11	J-12	63.13	0.04	274.12	274.50	26.5	0.07	307.55	307.53	33.36	32.97	
J-4	J-14	30.93	0.01	276.48	278.50	26.5	0.03	307.55	307.55	31.01	28.99	
J-14	J-13	23.59	0.01	278.50	278.20	26.5	0.01	307.55	307.55	28.99	29.29	
J-13	J-11	26.29	0.02	278.20	274.12	26.5	0.03	307.55	307.55	29.29	33.36	
J-8	J-18	47.87	0.44	274.49	274.43	44.4	0.28	307.74	307.63	33.18	33.13	
J-18	J-19	36.71	0.43	274.43	274.39	44.4	0.28	307.63	307.55	33.13	33.09	
J-19	J-20	11.12	0.13	274.39	274.35	33.0	0.16	307.55	307.54	33.09	33.12	
J-20	J-21	90.76	0.11	274.35	274.45	33.0	0.12	307.54	307.47	33.12	32.95	
J-21	J-22	36.43	0.04	274.45	274.49	26.5	0.08	307.47	307.46	32.95	32.90	
J-22	J-23	37.13	0.02	274.49	274.55	26.5	0.03	307.46	307.45	32.90	32.84	
J-11	J-15	61.92	0.16	274.12	276.56	33.0	0.18	307.55	307.46	33.36	30.84	
J-15	J-16	23.50	0.14	276.56	276.57	26.5	0.25	307.46	307.38	30.84	30.75	
J-17	J-16	31.07	0.12	276.50	276.57	26.5	0.22	307.30	307.38	30.74	30.75	
J-38	J-19	10.80	0.29	274.43	274.39	33.0	0.34	307.50	307.55	33.00	33.09	
J-24	J-25	20.50	0.09	274.48	274.45	26.5	0.17	307.47	307.44	32.92	32.92	
J-25	J-26	69.99	0.06	274.45	272.50	26.5	0.11	307.44	307.39	32.92	34.82	
J-17	J-38	32.85	0.19	276.50	274.43	26.5	0.34	307.30	307.50	30.74	33.00	

<b>J-27</b>	J-17	13.50	0.30	276.49	276.50	33.0	0.36	307.23	307.30	30.68	30.74
<b>J-28</b>	J-27	15.80	0.30	276.15	276.49	33.0	0.35	307.16	307.23	30.94	30.68
<b>J-29</b>	J-28	23.44	0.29	277.81	276.15	33.0	0.34	307.05	307.16	29.18	30.94
<b>J-30</b>	J-29	16.94	0.27	278.36	277.81	33.0	0.32	306.98	307.05	28.56	29.18
<b>J-31</b>	J-30	110.72	0.10	281.16	278.36	33.0	0.12	306.91	306.98	25.70	28.56
<b>J-31</b>	J-32	22.16	0.05	281.16	281.98	33.0	0.06	306.91	306.90	25.70	24.87
<b>J-33</b>	J-32	58.10	0.02	280.90	281.98	26.5	0.04	306.90	306.90	25.95	24.87
<b>J-34</b>	J-33	15.31	0.00	281.04	280.90	26.5	0.01	306.90	306.90	25.81	25.95
<b>J-30</b>	J-35	43.91	0.14	278.36	281.06	26.5	0.26	306.98	306.82	28.56	25.71
<b>J-35</b>	J-36	48.04	0.11	281.06	281.00	33.0	0.12	306.82	306.79	25.71	25.74
<b>J-36</b>	J-37	108.57	0.06	281.00	282.27	33.0	0.07	306.79	306.76	25.74	24.45
<b>J-38</b>	J-24	16.55	0.10	274.43	274.48	26.5	0.18	307.50	307.47	33.00	32.92

Elaborado por: Bach. Gonzáles García, Jorge Miguel

Fuente : Anexo 6

### Línea de aducción y red de distribución de las localidades de Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores

analizados con el software Water Cad

**Tabla 45**

*Resultado del diseño hidráulico la línea de aducción y red de distribución de las localidades de Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores*

Tramo		Longitud (Mtrs)	Caudal (L/S)	Cota Cota (M.S.N.M)		Diametro - Water Cad V8i (Mm)	Velocidad (M/S)	Cota Piezometrica (M.S.N.M)		Presion (Mtrs. H2o)		
Inicial	Final			Tramo	Inicial			Final	Inicial	Final	Inicial	Final
K-6	R-1	77.88	3.39	293.26	310.00	105.80	0.39	309.88	310.00	16.59		
K-7	K-6	146.79	3.31	293.97	293.26	105.80	0.38	309.67	309.88	15.67	16.59	
K-11	K-7	99.42	3.06	293.24	293.97	105.80	0.35	309.55	309.67	16.28	15.67	
K-12	K-11	127.75	2.94	293.59	293.24	105.80	0.34	309.40	309.55	15.78	16.28	
K-15	K-12	177.06	2.91	293.65	293.59	105.80	0.33	309.20	309.40	15.52	15.78	
K-17	K-15	57.80	2.76	293.44	293.65	105.80	0.31	309.14	309.20	15.67	15.52	
K-19	K-17	17.00	2.63	293.08	293.44	105.80	0.30	309.13	309.14	16.02	15.67	
K-22	K-19	40.60	2.62	292.50	293.08	105.80	0.30	309.09	309.13	16.56	16.02	
K-22	K-23	73.21	2.51	292.50	291.90	105.80	0.29	309.09	309.03	16.56	17.09	
K-23	K-24	19.28	1.20	291.90	291.17	82.10	0.23	309.03	309.01	17.09	17.81	
K-7	K-8	92.81	0.17	293.97	290.85	44.40	0.11	309.67	309.64	15.67	18.75	
K-8	K-9	54.62	0.13	290.85	291.51	33.00	0.15	309.64	309.58	18.75	18.03	

<b>K-10</b>	K-9	61.08	0.11	292.08	291.51	33.00	0.12	309.54	309.58	17.42	18.03
<b>K-10</b>	K-11	50.93	0.06	292.08	293.24	33.00	0.08	309.54	309.55	17.42	16.28
<b>K-10</b>	K-13	129.25	0.13	292.08	291.07	33.00	0.15	309.54	309.41	17.42	18.30
<b>K-12</b>	K-13	52.42	0.03	293.59	291.07	26.50	0.05	309.40	309.41	15.78	18.30
<b>K-13</b>	K-14	21.20	0.07	291.07	290.50	26.50	0.12	309.41	309.39	18.30	18.85
<b>K-15</b>	K-16	52.68	0.09	293.65	290.50	33.00	0.11	309.20	309.17	15.52	18.64
<b>K-17</b>	K-18	48.95	0.12	293.44	289.76	33.00	0.14	309.14	309.10	15.67	19.30
<b>K-18</b>	K-20	61.10	0.04	289.76	289.00	26.50	0.08	309.10	309.08	19.30	20.04
<b>K-22</b>	K-21	32.95	0.08	292.50	292.50	33.00	0.09	309.09	309.08	16.56	16.54
<b>K-21</b>	K-20	26.96	0.00	292.50	289.00	26.50	0.00	309.08	309.08	16.54	20.04
<b>K-21</b>	K-24	79.48	0.06	292.50	291.17	26.50	0.12	309.08	309.01	16.54	17.81
<b>K-24</b>	K-25	58.07	1.24	291.17	290.50	82.10	0.23	309.01	308.97	17.81	18.43
<b>K-25</b>	K-26	32.03	1.19	290.50	290.84	82.10	0.22	308.97	308.94	18.43	18.07
<b>K-26</b>	K-27	377.07	1.06	290.84	291.59	105.80	0.12	308.94	308.88	18.07	17.25
<b>K-27</b>	K-28	218.22	0.82	291.59	284.96	105.80	0.09	308.88	308.85	17.25	23.85
<b>K-28</b>	K-29	125.08	0.67	284.96	284.48	82.10	0.13	308.85	308.82	23.85	24.29
<b>K-29</b>	K-30	82.69	0.58	284.48	284.72	82.10	0.11	308.82	308.81	24.29	24.04
<b>K-30</b>	K-31	36.58	0.37	284.72	284.49	55.60	0.15	308.81	308.79	24.04	24.25
<b>K-31</b>	K-32	28.23	0.35	284.49	285.87	55.60	0.14	308.79	308.77	24.25	22.85
<b>K-32</b>	K-33	46.42	0.27	285.87	286.42	55.60	0.11	308.77	308.76	22.85	22.29
<b>K-33</b>	K-34	29.84	0.13	286.42	285.92	44.40	0.08	308.76	308.75	22.29	22.78
<b>K-34</b>	K-35	59.84	0.11	285.92	286.38	44.40	0.07	308.75	308.74	22.78	22.31
<b>K-35</b>	K-36	12.68	0.07	286.38	286.03	33.00	0.09	308.74	308.73	22.31	22.66
<b>K-36</b>	K-37	47.46	0.04	286.03	288.86	26.50	0.08	308.73	308.72	22.66	19.82
<b>K-36</b>	K-38	94.69	0.01	286.03	286.27	33.00	0.02	308.73	308.73	22.66	22.42
<b>K-38</b>	K-39	42.83	0.03	286.27	285.32	26.50	0.05	308.73	308.72	22.42	23.36
<b>K-39</b>	K-40	115.61	0.04	285.32	285.41	26.50	0.07	308.72	308.69	23.36	23.23
<b>K-44</b>	K-38	74.82	0.06	284.46	286.27	33.00	0.07	308.75	308.73	24.24	22.42
<b>K-43</b>	K-39	70.19	0.06	284.61	285.32	33.00	0.07	308.74	308.72	24.08	23.36
<b>K-33</b>	K-44	31.19	0.13	286.42	284.46	44.40	0.08	308.76	308.75	22.29	24.24
<b>K-44</b>	K-43	43.76	0.05	284.46	284.61	33.00	0.06	308.75	308.74	24.24	24.08
<b>K-43</b>	K-42	12.07	0.01	284.61	284.64	26.50	0.02	308.74	308.74	24.08	24.05
<b>K-42</b>	K-41	79.78	0.05	284.64	284.50	33.00	0.05	308.74	308.73	24.05	24.18
<b>K-45</b>	K-32	84.92	0.05	284.53	285.87	33.00	0.06	308.76	308.77	24.18	22.85
<b>K-46</b>	K-45	67.35	0.05	284.50	284.53	33.00	0.06	308.77	308.76	24.22	24.18
<b>K-45</b>	K-42	47.48	0.07	284.53	284.64	33.00	0.09	308.76	308.74	24.18	24.05
<b>K-30</b>	K-46	95.14	0.16	284.72	284.50	44.40	0.11	308.81	308.77	24.04	24.22
<b>K-46</b>	K-47	41.64	0.06	284.50	284.60	26.50	0.10	308.77	308.74	24.22	24.10
<b>K-23</b>	K-48	181.85	1.26	291.90	292.61	105.80	0.14	309.03	308.98	17.09	16.34

<b>K-48</b>	K-49	168.06	1.11	292.61	294.50	82.10	0.21	308.98	308.88	16.34	14.35
<b>K-49</b>	K-50	48.63	1.03	294.50	294.50	82.10	0.20	308.88	308.85	14.35	14.32
<b>K-50</b>	K-51	106.37	0.98	294.50	296.55	105.80	0.11	308.85	308.83	14.32	12.26
<b>K-52</b>	K-51	120.78	0.90	292.50	296.55	105.80	0.10	308.82	308.83	16.28	12.26
<b>K-52</b>	K-53	89.29	0.80	292.50	294.48	82.10	0.15	308.82	308.78	16.28	14.28
<b>K-53</b>	K-54	39.30	0.66	294.48	295.63	82.10	0.13	308.78	308.77	14.28	13.12
<b>K-54</b>	K-55	43.99	0.64	295.63	295.53	82.10	0.12	308.77	308.76	13.12	13.21
<b>K-55</b>	K-56	13.17	0.56	295.53	292.08	82.10	0.11	308.76	308.76	13.21	16.65
<b>K-56</b>	K-57	37.34	0.55	292.08	293.36	67.80	0.15	308.76	308.75	16.65	15.35
<b>K-57</b>	K-58	45.19	0.51	293.36	294.49	55.60	0.21	308.75	308.70	15.35	14.18
<b>K-58</b>	K-59	60.24	0.27	294.49	293.44	44.40	0.18	308.70	308.64	14.18	15.17
<b>K-59</b>	K-60	36.22	0.25	293.44	292.78	44.40	0.16	308.64	308.61	15.17	15.80
<b>K-60</b>	K-61	13.34	0.28	292.78	292.58	44.40	0.18	308.61	308.60	15.80	15.98
<b>K-61</b>	K-62	205.89	0.18	292.58	291.23	44.40	0.12	308.60	308.50	15.98	17.24
<b>K-60</b>	K-63	82.19	0.05	292.78	293.00	26.50	0.09	308.61	308.65	15.80	15.62
<b>K-63</b>	K-64	169.60	0.08	293.00	292.96	44.40	0.05	308.65	308.64	15.62	15.65
<b>K-63</b>	K-58	77.06	0.21	293.00	294.49	44.40	0.13	308.65	308.70	15.62	14.18
<b>K-55</b>	K-67	43.30	0.07	295.53	294.53	33.00	0.08	308.76	308.75	13.21	14.19
<b>K-67</b>	K-66	39.53	0.04	294.53	294.49	26.50	0.07	308.75	308.74	14.19	14.22
<b>K-66</b>	K-65	40.87	0.01	294.49	294.14	26.50	0.02	308.74	308.74	14.22	14.57
<b>K-65</b>	K-57	70.99	0.02	294.14	293.36	26.50	0.04	308.74	308.75	14.57	15.35
<b>K-68</b>	K-53	64.04	0.09	292.50	294.48	33.00	0.11	308.75	308.78	16.22	14.28
<b>K-68</b>	K-69	73.27	0.07	292.50	294.13	33.00	0.09	308.75	308.72	16.22	14.57
<b>K-67</b>	K-68	63.63	0.01	294.53	292.50	26.50	0.02	308.75	308.75	14.19	16.22

Elaboración propia Fuente : Anexo 6

### Localidad de San Andrés

**Tabla 46**

*Cuadro resumen de las longitudes totales de las tuberías de la localidad de San Andrés*

Total de tubería (m)	
<b>Tubería pvc ø 2" - clase 7.5</b>	142.29
<b>Tubería pvc ø 1.5 " clase 7.5</b>	155.86
<b>Tubería pvc ø 1 " - clase 7.5</b>	819.95
<b>Tubería pvc ø 3/4" clase 7.5</b>	739.11

Elaboración propia. Fuente : Anexo 4



**Tabla 47***Cuadro resumen de las tuberías de la localidad de San Andrés*

Cuadro resumen de total de tuberías (m)											
Linea de conducción				Linea de aducción				Red de distribución			
Diametros				Diametros				Diametros			
2.5"	2"	1"	3"	2.5"	2"	2."	1.5"	2"	1.5"	1"	3/4"
		85.57				142.29			155.86	734.38	739.11
	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.50
Clase 7.5											

Elaboración Propia. Fuente : Anexo 4

**Localidad de Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores****Tabla 48***Cuadro resumen de las longitudes totales de las tuberías de las localidades de Dos de Mayo , San Ignacio y Nuevas Flores*

Total de tubería (m)	
Tubería pvc ø 4 " - clase 7.5	1815.64
Tubería pvc ø 3 " - clase 7.5	2843.28
Tubería pvc ø 2.5 " - clase 7.5	104.53
Tubería pvc ø 2 " - clase 7.5	156.42
Tubería pvc ø 1.5 " - clase 7.5	871.17
Tubería pvc ø 1" - clase 7.5	1180.76
Tubería pvc ø 3/4" - clase 7.5	803.98

Elaboración: Propia. Fuente: Anexo 5

**Tabla 49***Cuadro resumen de las tuberías de las localidades de Dos de Mayo , San Ignacio y Nuevas Flores*

Cuadro resumen de total de tuberías (m)													
Linea de conducción				Linea de aducción				Red de distribución					
Diametros				Diametros				Diametros					
4"	3"	2.5"	6"	4"	3"	2.5"	4"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	3/4"
	2123.69	67.19		71.72			1743.92	719.59	37.34	156.42	871.17	1180.76	803.98
Clase 7.5													

Elaboración : Propia. Fuente : Anexo 5

#### **4.6.7. Válvulas de purga y de aire**

##### **Válvula de purga**

Válvula de purga San Andrés: 4 und

Válvula de purga Dos de Mayo, Nueva Flores y San Ignacio: 16 und

##### **Válvula de aire**

Válvula de aire San Andrés: 3 und

Válvula de aire Dos de Mayo, Nueva Flores y San Ignacio: 1 und

##### **Válvula de compuerta**

Válvula de purga San Andrés: 8 und

Válvula de purga Dos de Mayo, Nueva Flores y San Ignacio: 25 und

#### **4.7. Análisis y discusión de resultados**

Para el diseño de sistema de agua potable se utilizó la el árbol de decisiones según la norma de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para ámbito rural, para optar con la sistema más apropiado para el trabajo de tesis del cual nos resultó SA-01 : CAPT-GR , L-CON,PTAP,RES,DESF,L-ADU-RED.

La fuente de captación para las tres localidades (Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores) es de la quebrada Inshagayacu se utilizó captación con barraje fijo sin canal de derivación y para la localidad de San Andrés se desvía el agua de tubo de 8", que pasa cerca de la localidad y es una ampliación del sistema de agua del distrito de San Pablo y Consuelo.

La diseño de la captación es barraje fijo sin canal de derivación, se propuso este diseño porque la fuente y el terreno es apropiado para su construcción, este fue diseñado según norma de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para ámbito rural. En la línea de conducción para las tres comunidades se escogió el diámetro calculado de 3" y 2.5" y para la localidad de San Andrés se optó por un tubería de PVC 1", esto no cumple con las velocidades que establece la norma , por lo cual se puede tener sedimentos en la

interior de la tubería , para la cual se colocaron válvula de purga en el tramo y con ello se solucionará el problema de sedimentación, las presiones si cumple con la norma , en el cálculo la presiones nos resultaron mayores de 5 mca.

El volumen de reservorio, fue calculado de acuerdo a las exigencias de la norma de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para ámbito rural, para consumo humano.

Para la desinfección del agua se utilizará un sistema de cloración por goteo en cual se instalará en la parte superior del reservorio, para obtener un agua potable para consumo humano.

Para el diseño de la línea de aducción y la red de distribución, estuvo acorde junto a la norma de opciones tecnológicas respetando los parámetros básicos, la dotación de uso por vivienda es 100 l/hab/día.

En algunos tramos de la red de distribución y línea de aducción del sistema abastecimiento de agua potable las velocidades pueden ser menores a lo estipulado en la norma , pero esto debe estar cumpliendo con las presiones mínimas con lo cual se asegura la salida de agua para las conexiones domiciliarias, si fuera el caso se podría sectorizar algunos tramos con lo cual la velocidad se puede prevalecer de acuerdo a la norma.

Se colocaron válvula de purga y válvula de aire según norma de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para ámbito rural, para asegurar que el agua pueda conducirse de una manera adecuada, sin que hubiera burbujas de aire o sedimentos que puede obstruir el paso del agua.

Se dispusieron de válvulas de control, para poder realizar el mantenimiento respectivo, o si es que hubiera alguna falla en el sistema de agua potable, para facilitar la reparación respectiva.

Las conexiones domiciliarias se ubicarán frente a la vivienda de interés y próximo al ingreso principal, el diámetro minino para la conexión será  $\frac{1}{2}$ ", esta contara con una abrazadera, reducciones, una llave de control, lo que deberán estar colocadas en una caja de concreto prefabricado con una tapa termoplástica.

Se observa que, al realizar el cálculo hidráulico, las velocidades, son menores a la velocidad mínima a 0.60 m/s, recomendado por la norma del Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. Pero esto está justificado. Porque tenemos caudales pequeños. Y además debemos considerar diámetros mínimos, de acuerdo a la norma; lo que nos resulta velocidades menores al límite permisible. Para lo cual se debe considerar ubicación de válvulas de purga en las zonas más bajas según la topografía de la zona. Este resultado se compensa con buenas presiones de servicios al final de los tramos.

## CONCLUSIONES

En las localidades Dos de Mayo, Nuevas Flores, San Ignacio se diseñó, una fuente de captación con bocatoma tipo barraje fijo sin canal de derivación el cual se ubica en el río Inshagayacu, un pre filtro , filtro lento y un reservorio. Para la localidad de San Andrés se desvía el agua de tubo de 8", que pasa cerca de la localidad y es una aplicación del sistema de agua del distrito de San Pablo y Consuelo, también se diseñó un filtro lento y un reservorio, con los cuales se garantiza la demanda y la calidad de agua para la población beneficiaria.

La capacidad portante optada en la calicata donde se ubicará la estructura (Reservorios, filtro lento), esta una profundidad de 3.00 m de los cuales resultaron:

Calicata -01	0.98	Captación
Calicata -02	0.89	Planta De Tratamiento
Calicata -03	0.77	Reservorio
Calicata -14	0.88	Planta De Tratamiento San Andrés
Calicata -15	0.89	Reservorio San Andrés

El estudio topográfico evidenció que las cuatro comunidades se encuentran rodeada por zonas agrícolas, que especialmente cultivan arroz, y maíz. Así mismo la está ubicada entre las cotas 325.00 y 280.00 m.s.n.m. Las viviendas son rústicas; los materiales predominantes son muros de adobe y techos constituidos por vigas de madera con cobertura de planchas de calamina.

Para el reservorio se obtuvo:

Volumen de reservorio San Andrés: 20.00 m<sup>3</sup> ; dimensiones 2.1 m de radio por 1.4 m de alto

Volumen de reservorio Dos de mayo, San Ignacio, Nuevas Flores: 65.00 m<sup>3</sup>; dimensiones 3.00 m de radio por 2.3 m de alto

La desinfección del agua se ubicará en el reservorio, será por medio de sistema de cloración por goteo

La desinfección de agua con 2 mg/lit de hipoclorito de calcio

- San Andrés

Volumen de bidón : 60 lts ; Demanda de solución por g/s 16

- Dos de Mayo, San Ignacio, Nuevas Flores

Volumen de bidón : 120 lts ; Demanda de solución por g/s 54

Para la línea de conducción de la localidad de San Andrés se utilizó un tubería de 1.5" tiene una longitud de 87.57 m de y para las tres localidades se utilizó de 2.5" y 3" el cual tiene una longitud de 2190.88 m , en ambos casos se utilizó tubería de clase 7.5 con lo cual se asegura la vida útil del sistema de agua potable.

Para la línea de aducción y la red distribución se utilizaron tubería PVC clase 7.5 ,la longitud total en sistema de San Andrés es 1529.72 m y para las tres localidades 7334.26 m ; en ambos sistemas cumple con las presiones lo cual está comprendido en la norma de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano del Ministerio de vivienda , construcción y saneamiento ; con ello se asegura la salida de la agua a los domicilios de la población beneficiada

La población futura se calculó con el método geométrico, para la tasa de crecimiento se utilizó datos de INEI del año 2007 en cual nos da una tasa de crecimiento de 0.70 % en el distrito de San Pablo, Se tomó como periodo 20 años , lo cual para año 2038 la población será 1897 habitantes .

La población actual de la localidades de Dos de Mayo, Nuevas Flores , San Ignacio y San Andrés, cuenta con un total de 1650 habitantes al año 2018 conformada por 275 lotes.

La fuente de captación está ubicada en la quebrada Inshagayacu para las tres comunidades (Dos de Mayo, Nuevas Flores , San Ignacio) y para la comunidad de San Andrés le abastece una tubería de 8" mediante una aplicación del sistema de agua Potable del distrito de San Pablo.

Al realizar el aforo de río Inshagayacu , el caudal es de 101 l/s

Para la demanda de agua potable, se utilizó una dotación de 100 l/hab/día; según la norma

Se obtuvieron los caudales de diseño (caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario) para el periodo de diseño del año 20 son:

Para Dos de Mayo, Nueva flores y San Ignacio

- caudal promedio diario: 1.692 l/s
- caudal máximo diario: 2.20 l/s
- caudal máximo horario: 3.38 l/s.

Para la San Andrés

- Caudal promedio diario: 0.503 l/s
- Caudal máximo diario: 0.65 l/s
- Caudal máximo horario: 1.01 l/s.

En todas las estructuras (captación, filtro lento, reservorio) para sistema de abastecimiento de agua potable de este trabajo se construirá un cerco perimétrico, el cual resguarda la zona de entes externos, y con ello preservar la vida útil de la estructura.

Se colocaron válvulas de purgas, para evitar la sedimentación en la tubería; debido a que la velocidad baja que existen en algunos tramos; válvula de aire para impedir que existan burbujas de aire debido a las altas pendientes y de compuerta, para poder realizar mantenimientos y reparaciones.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a los pobladores de las localidades de San Andrés, Dos de Mayo, San Ignacio y Nuevas Flores regularizar sus títulos de propiedad, dado que es un requisito indispensable para obtener la factibilidad del proyecto de inversión.

Se recomienda antes de construir las estructuras para el sistema de agua potable (captación, planta de tratamiento, reservorio), el área debe estar respectivamente saneado por el ente encargado de proyecto, y con ello evitar algunos problemas debido a este tema.

Se recomienda que cada familia debe pagar un costo mensual por el servicio de agua potable, con lo cual se pueda realizar el mantenimiento respectivo de las estructuras.

Se debe tener actualizado el padrón de usuarios con conexiones de agua potable, además de su estado como en servicio, cortado, anulado, etc.

Realizar un mantenimiento periódico del sistema de agua potable, se recomienda cada 3 meses o cuando sea necesario.

Se recomienda tener un personal que contrale el sistema de abastecimiento permanentemente para controlar eventuales fallas.

Se recomienda cuidar la flora, de la zona de la captación y aguas arriba, para preservar el caudal del aforo.

Se recomienda utilizar la Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, en cual te proporciona de información de parámetro y normas, para el correcto diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

Se recomienda utilizar este trabajo de tesis, para fines informativos o de guía, para trabajos relacionados con el tema, ya que esto cumple con los parámetros básicos de la norma.

Se recomienda utilizar el software, en este caso se utilizó Watercad; para el diseño de redes agua; porque la actualidad el ingeniero civil, debes estar al margen de las tendencias que el mundo requiere respecto a softwares aplicados a la ingeniería.



Si la velocidad no cumple con las normas de diseño, se recomienda utilizar válvulas de purga para evitar la sedimentación de la tubería.

Se recomienda utilizar para el cálculo hidráulico, diámetros interiores, no exteriores porque con esto emulamos el comportamiento del agua en el área real a que ser conducido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agüero P.R. (1997). Agua potable para Poblaciones rurales. Lima: Asociación Servicio Educativos Sociales.
- García T .E. ( 2009) Lima, Manual De Proyectos De Agua Potable En Poblaciones Rurales
- Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento (2018 ) Norma técnica de diseño "Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Para Consumo Humano Y Saneamiento en el ámbito rural"
- Agüero P.R. (2009). “Agua potable y saneamiento en localidades rurales del Perú”, asociación servicios educativos rurales (ser),
- Cabrejos S.J. A., & Gálvez D. N. D. (2016). Guía de lineamientos para la presentación de proyectos e informes de investigación. Trujillo: Centro Editorial de la Universidad Señor de Sipán.
- Olivares V.J. (2013) Abastecimiento de agua, problemas resueltos. Lima Perú
- Orellana A. J. (2005).Libro de ingeniería sanitaria –UNT-FRRO Capitulo 5
- Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (UNATSABAR) (2004 ) Guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de Agua rural. Lima – Perú.
- Lossio A. M. (2012). Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lacones. Piura: Universidad de Piura.
- Brière F. (2005) Distribución de Agua Potable y Colecta de Desagües y de Agua de Lluvia. Canada
- Paredes L. G. (2002) .Diseño y construcción del sistema de agua potable del distrito de San Martin Alao, provincia El Dorado, Región de San Martín. Tarapoto Universidad Nacional de San Martin

Grández R. P. (1994). Proyecto de abastecimiento de Agua Potable a la Localidad de Consuelo-Provincia de Bellavista .Tarapoto. Universidad Nacional de San Martín

Hernandez .S. R. (2014). Metodología de la Investigación Científica. Mexico DF: McGraw Hill.

Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **ANEXOS**